Ausführliches Handbuch

der

PHOTOGRAPHIE

von

Dr. Josef Maria Eder,

kaiserlich königlicher Director der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien, k. k. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien, Mitglied der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch deutschen Akademie der Naturforscher, Ehrenmitglied der Association Belge de Photographie, des Vereins zur Förderung der Photographie in Berlin, des Photographischen Vereines in Berlin, in Wien, in Frankfurt a. M., der Photographic Society of Great Britain, des Photographic Club in London, der London and Provinzial Photographic Association, der deutschen Gesellschaft von Freunden der Photographie in Berlin, des Vereines photographischer Mitarbeiter in Wien, des Club der Amateurphotographen in Graz, der Société Photographique du Sud-Ouest in Angoulême, der Society of Amateur Photographers of New-York, dem Dansk Photographick Forening in Kopenhagen, Inhaber der Goldenen Medaille der Photographischen Gesellschaft in Wien, der Erzherzogin Maria Theresia-Medaille, der gold. Daguerre-Medaille des Club der Amateur-Photographen in Wien, des ersten Preises bei der Internationalen Photographischen Ausstellung in Wien etc.

Erster Theil. — Zweite Hälfte.

Zweite Auflage.

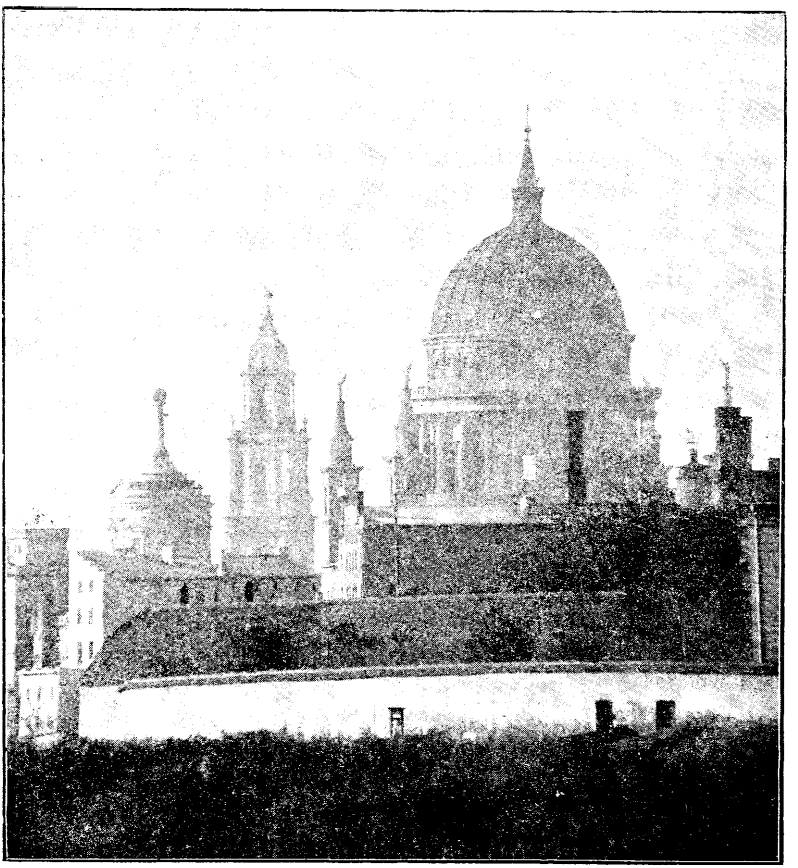
Mit 887 Holzschnitten, 3 Tafeln und 2 Heliogravuren.

Halle a. S.

Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.

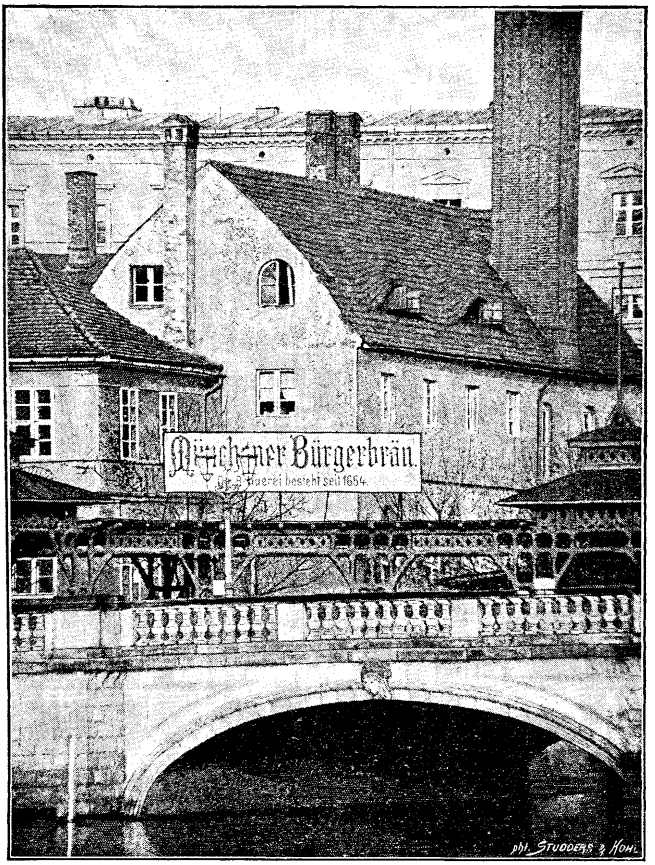
1893.

Alle Rechte vorbehalten.

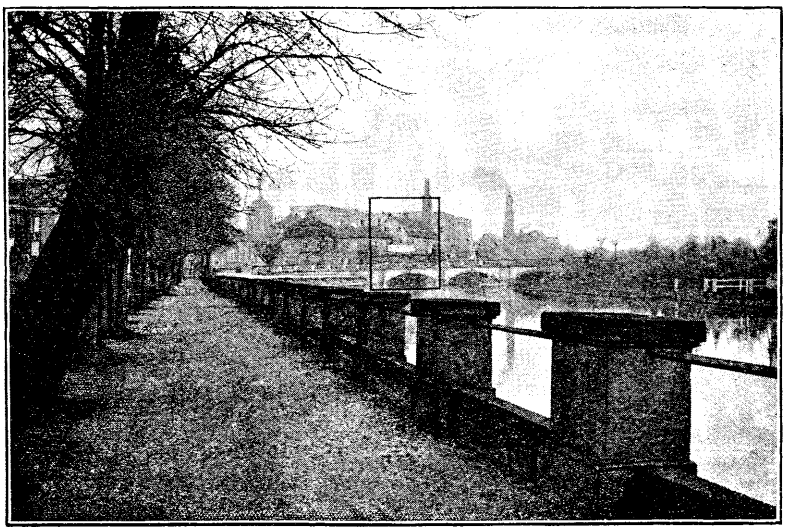


Aufnahme mittels Dr. Miethe's Telephotographischem Objectiv
(s. Seite 715).

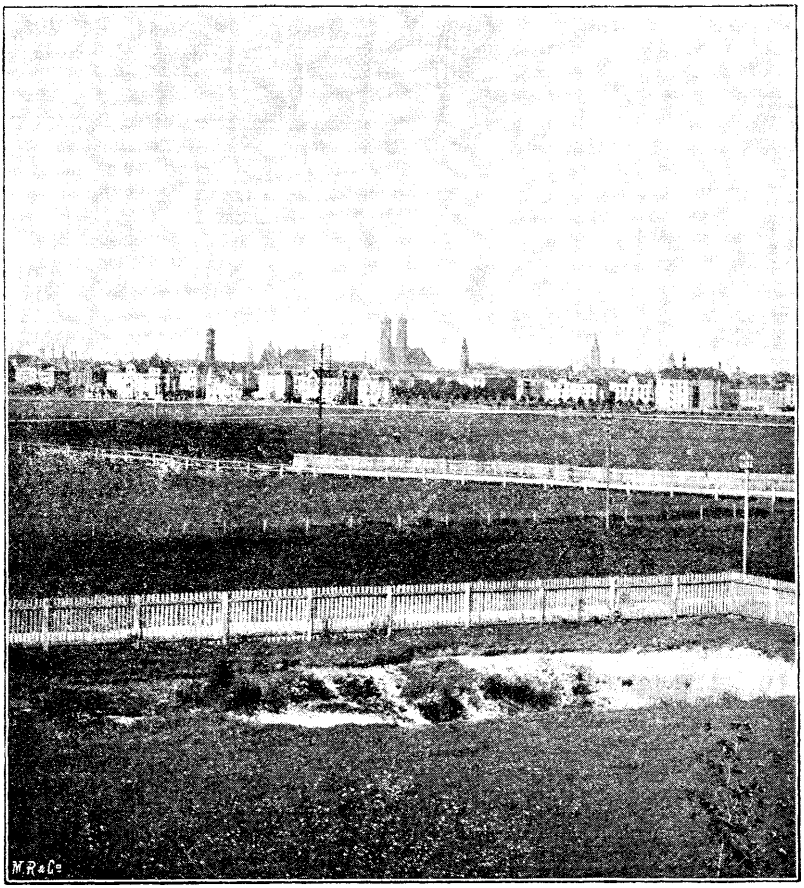
(Distanz von Camera bis zum Mittelthurm = 2480 m;
Auszugslänge der Camera 28 cm; Expositionszeit 0,3 Secunde.)



a) Aufnahme mittels Dr. Miethe's telephotograph. Objectiv (s. Seite 715).
(Distanz der Camera von der Brücke 350 m.)



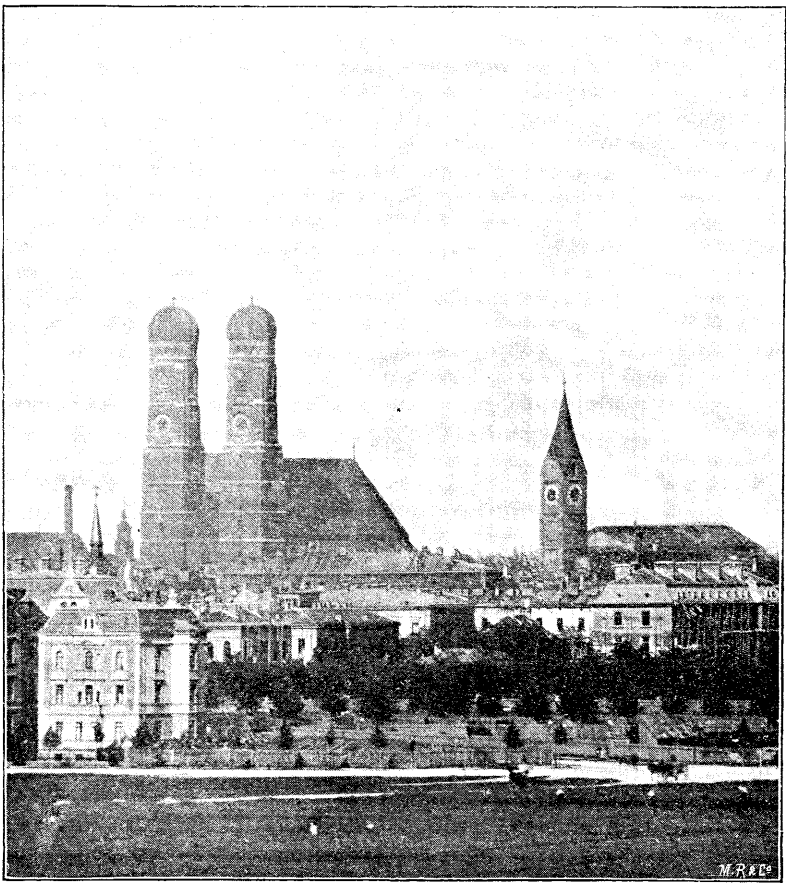
b) Vergleichs-Aufnahme mittels eines gewöhnlichen aplanat. Objectives vom selben Standpunkte aus (s. S. 715).



Aufnahme mittels eines Steinheil'schen Gruppen-Antiplanet
von 24 cm Focus, auf 2,8 km Distanz.

Camera-Auszugslänge 24 cm. Belichtungszeit = $^1/_{50}$ Secunde.

(s. Seite 713.)



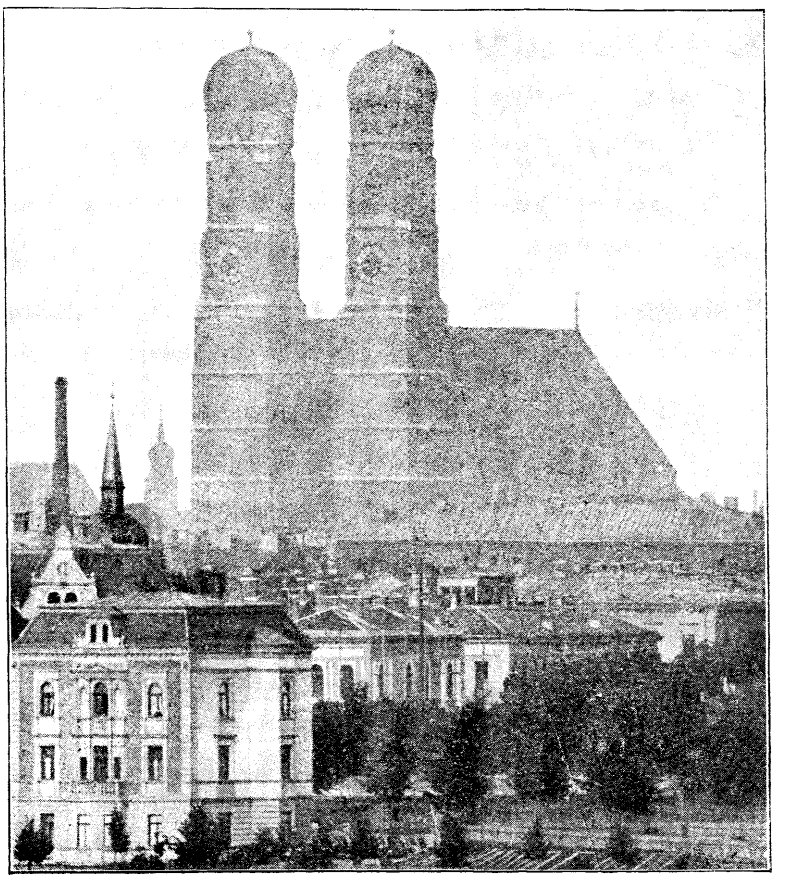
Telephotographische Aufnahme

mit demselben Steinheil'schen Antiplanet und aus derselben Distanz, wie bei Tafel IIIa,

nach Einschaltung des Steinheil'schen negativen Vergrösserungssystems, welches die Aequivalentbrennweite auf 120 cm bringt.

Camera-Auszugslänge 30 cm. Belichtungszeit $^1/_2$ Secunde.

(s. Seite 718.)

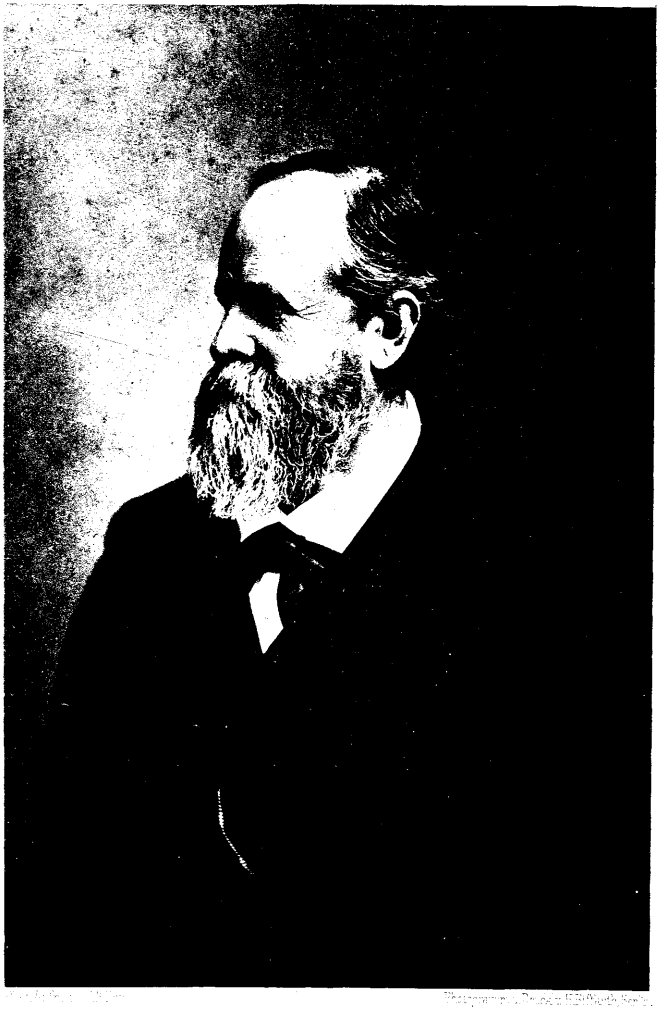


Telephotographische Aufnahme

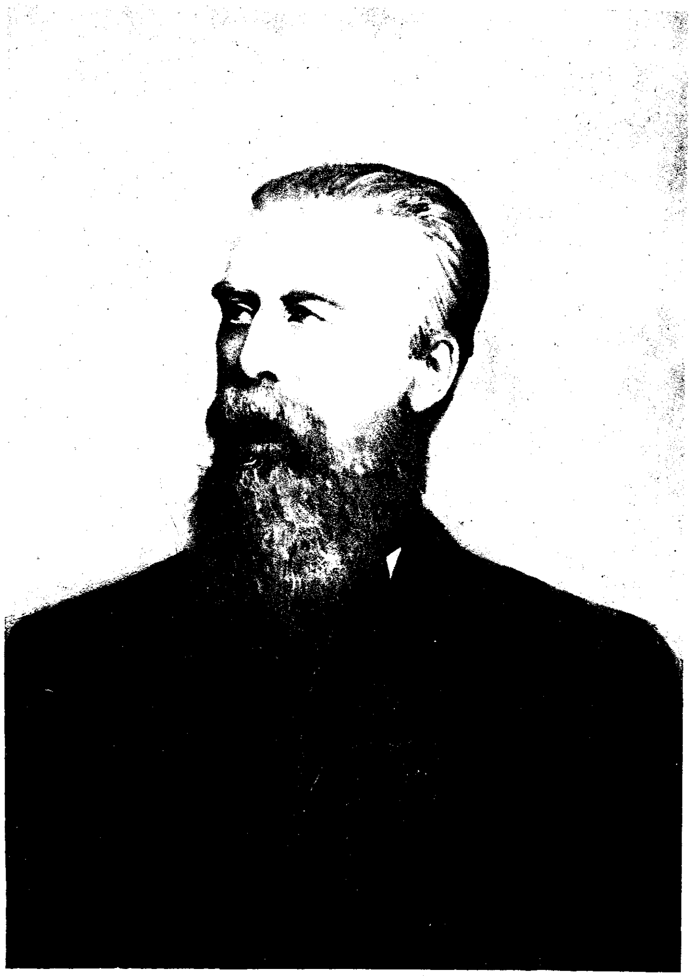
mit dem nämlichen Steinheil'schen Objective und Vergrösserungssystеme wie bei Tafel IIIb:

aus gleicher Distanz. bei einer Camera-Auszugslänge von 70 cm und einer Aequivalentbrennweite von 2.4 m. Belichtungszeit 3 Secunden.

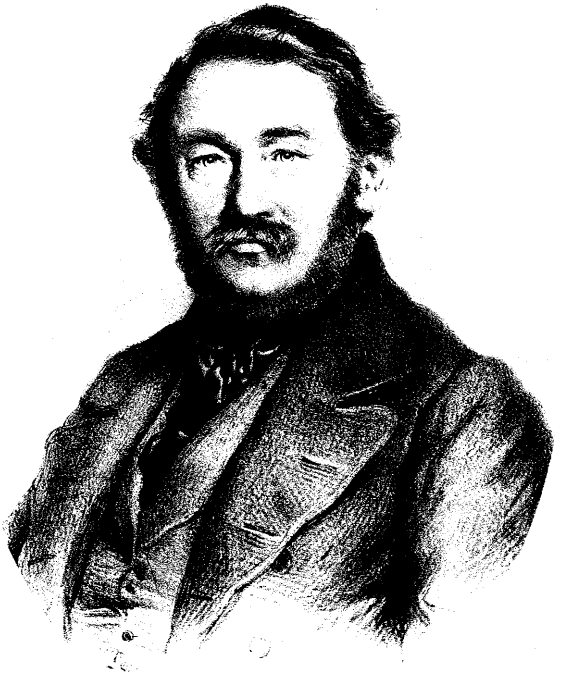
(s. Seite 713.)



Dr. Adolf Steinbrecht



v. Voigtländer.



Joseph Petzval

Inhalts-Verzeichniss.

Die photographischen Objective, ihre Eigenschaften und Prüfung.

Erstes Capitel.

Seite

Einleitung in die photographische Optik 5

Construction richtiger Bilder. S. 5. — Bildgrösse. S. 6. — Gesichtsfeld S. 6. Wirksame Oeffnung. S. 7. — Leistung eines Systems. S. 9. — Formen der Linsen. S. 16. — Material der Linsen. S. 17. — Bildpunkt in der Achse. S. 18. Tiefe. S. 22. — Bildpunkt seitlich der Achse. S. 24. — Reflexbilder. S. 31. — Anwendung von Prismen, um rechts und links im Bild zu vertauschen. S. 32.

Zweites Capitel.

Geschichtliches über Camera und Objective 35

Drittes Capitel.

Die Loch-Camera 48

Viertes Capitel.

Die einfache Linse als photographisches Objectiv 52

Ueber nicht-achromatische einfache Linsen. S. 52. — Achromatische einfache Linsen als photographische Objective. S. 53. — Chevalier's einfache Landschaftslinse. S. 56. — Grubb's und Schroeder's einfaches Landschaftsobjectiv. S. 61. — Anhang zum „einfachen Landschaftsobjectiv". S. 62. — Dallmeyer's dreifach verkittete Weitwinkel-Landschaftslinse. S. 63. — Dallmeyer's einfache Rectilinear-Landschaftslinse.. S 67.

Fünftes Capitel.

Aplanate, Euryscope, Rectlineare und ähnliche symmetrische aplanatische Linsen 70

Einleitung. S. 70. — Dr. Steinheil's Aplanate. S. 70. — Der gewöhnliche Aplanat. S. 74. — Der Landschafts-Aplanat. S. 75. — Der Weitwinkel-Aplanat für Landschaften. S. 77. — Der Weitwinkel-Aplanat für Reproductionen. S. 79. — Der Porträt-Aplanat. S. 79. — Der Gruppen-Aplanat. S. 82. — Voigtländer's Euryscope. S. 82. — Porträt-Euryscope. S. 83. — Lichtstarke Porträt-Euryscope II. S. 83. — Porträt-Euryscope mit grösserem Gesichtsfeld III. S. 83. — Euryscope IV. S. 84. — Rapid-Weitwinkel-Euryscope V. S. 86. — Euryscope mit grösserem Gesichtsfeld VI. S. 87. — Weitwinkel-Euryscope VII. S. 88. — Weitwinkel-Euryscope für Reproductionen VIII. S. 89. — Dr. Hartnack's Pantoscop und Anastigmat. S 90 — Das Pantoscop von Dr. Hartnack in Potsdam.

Seite

S. 90. — Der Anastigmat von Dr. Hartnack in Potsdam. S. 91. — Aplanate und Apochromate von C. Fritsch vorm. Prokesch in Wien. S. 92. — Aplanate von E. Suter. S. 95. — Goerz' Lynkeioscope und Paraplanate. S. 97. — Den Aplanaten ähnliche Objective. S. 104 — Dallmeyer's Rectilineare. S. 104.

Sechstes Capitel.

Die Antiplanete 107

Steinheil's Antiplanete. S. 107. — Fritsch's Antiplanete. S. 112.

Siebentes Capitel.

Die Porträtobjective nach Petzval's System 113

Petzval's Porträtobjectiv (Schnellarbeiter). S. 113. — Dallmeyer's Modification des Petzval'schen Porträtobjectives. S. 122. — Porträtobjectiv von Voigtländer vom Jahre 1878. S. 125.

Achtes Capitel.

Anastigmate und Triplet-Objective 128

Zeiss' Anastigmate und Triplet-Objective. S. 128. — Anastigmat 1 : 7,2. S. 131. — Anastigmat 1 : 12,5. S. 132. — Anastigmat 1 : 18. S. 133 — Triplet, D. R.-P. No. 55313 vom 3. April 1890. S. 135.

Neuntes Capitel.

Petzval's Orthoscop, Sutton's Wasser-Linse, Kugel-Linse, Busch's Pantoscop, Steinheil's Periscop etc. 139

Das Orthoscop. S. 139. — Sutton's Panoramalinse. S. 140. — Das Kugel-Objectiv. S. 142. — Das Busch'sche Pantoscop. S. 144. — Das Ross'sche Doppel-Objectiv. S. 145. — Steinheil's Periscop und Zentmeyer's Linse. S. 146. — Triplet-Objective. S. 147.

Zehntes Capitel.

Objectivsätze. — Aplanatische Linsencombinationen mit veränderlicher Brennweite. — Combinirte Porträt- und Landschaftsobjective, sowie „Universal-Objective" alten Systems 151

Combinirte aplanatische Objectivsätze. S. 152. — Suter's Objectivsatz. S. 155. — Français' Objectivsatz. S. 158. — Berthiot's Objectivsatz. S. 163. — Combinirte Porträt- und Landschaftsobjective und Universalobjective alten Systems. S. 164. — Anhang. S. 170. — Photographiren auf grosse Distanzen. S. 170.

Elftes Capitel.

Spiegel-Objective 171

Zwölftes Capitel.

Spiegel und Prismen zur Umkehrung des Bildes 175

Dreizehntes Capitel.

Die Diaphragmen oder Blenden der Objective. — Angabe der relativen Belichtungszeiten an den Blenden 179

Allgemeine Bemerkungen über die Wirkung der Blenden. S. 179. — Form und Construction der Blenden. S. 181. — Viereckige Blenden. S. 183. — Blenden mit zwei oder mehr Oeffnungen. S. 183. — Entfernung der Blenden während der Exposition. S. 184. — Die „Lichtblenden" und „Wolkenblenden". S. 185. — Halbdurchsichtige Gaze- oder Gitter-Blende, zur Herstellung von Bildern

Seite

mit milder gleichmässiger Unschärfe. S. 189. — Abnahme der Lichtintensitäten auf der Visirscheibe nach den Rändern des Bildfeldes und die Anwendung von Sternblenden und Rauchgläsern zur Ausgleichung der Helligkeit. S. 189. — Sternblenden. S. 190. — Rauchgläser als Compensatoren. S. 191. — Bezeichnung der Blenden, Beschreibung der verschiedenen Blendensysteme mit Bezug auf relative Helligkeit und Belichtungszeit. S. 192.

Vierzehntes Capitel.

Befestigung der Objective am Ring und am Objectivbrett 197

Fünfzehntes Capitel.

Prüfung und Wahl der Objective 199

Beschaffenheit der Linse und ihrer Fassung. S. 199. — Leitende Gesichtspunkte bei der Prüfung der Objective. S. 201. — Bestimmung der Brennweite. S. 202. — Gewöhnliche Methode zur Bestimmung der Brennweite. S. 203. — Durch Einstellung auf Unendlich und gleiche Grösse. S. 203. — Durch Einstellung auf gleiche Grösse und Division durch vier. S. 204. — Durch Ausmessen der Bildgrössen bei verschiedener Einstellung. S. 204. — Die Methode von Cornu in Paris. S. 205. — Die Methode der Brennweitenbestimmung von Moëssard. S. 205. — Bestimmung der wirksamen Oeffnung und relativen Helligkeit der Objective, sowie der relativen Belichtungszeiten. S. 209. — Bestimmung der wirksamen Oeffnung. S. 209. — Die Lichtkraft der Objective und relative Belichtungszeit unter Anwendung verschiedener Blenden. S. 212. — Prüfung auf chromatische Abweichung oder sogenannte Focus-Differenz. S. 213. — Prüfung auf die Schärfe und Deutlichkeit des Bildes und auf sphärische Abweichung und Astigmatismus. S. 215. — Allgemeine Anforderungen an die sogenannte Bildschärfe. S. 215. — Vertheilung der Schärfe bei Objectiven. S. 216. — Wölbung der Bildfläche. S. 221. — Der Astigmatismus (Astigmation). S. 222. — Prüfung auf Verzerrung gerader Linien (Distorsion). S. 223. — Falsches Licht und heller Fleck; Reflexlicht. S. 224. — Der Gesichtsfeldwinkel. S. 227. — Plattengrösse, welche ein Objectiv mit deutlichem Bilde deckt. S. 230. — Die Grösse des Gegenstandes im Bilde im Zusammenhange mit dessen Entfernung und der Brennweite des Objectives. S. 231. — Die Tiefe der Schärfe des Bildes photographischer Objective. S. 238. — Die Tiefe der Schärfe bei Handcameras mit fixer Einstellung. S. 243. — Richtige und falsche perspectivische Zeichnung durch Objective; Stellung des Objectivs an der Camera. S. 248. — Die Wahl der Objective. S. 252. — Für Porträt-Aufnahme. S. 252. — Für Gruppen-Aufnahme. S. 255. — Für Reproductionen. S. 256. — Für Monumente und Architekturen. S. 256. — Für Landschaften. S. 257. — Moment-Aufnahmen im Freien. S. 258.

Sechszehntes Capitel.

Berechnung der Expositionszeit aus der Beschaffenheit des Objectives und des Gegenstandes 261

Belichtungszeit für Gegenstände in Ruhe. S. 261. — Einfluss des photographischen Objectives. S. 261. — Einfluss der Grösse des aufzunehmenden Gegenstandes. S. 262. — Einfluss der Farbe und Beleuchtung des aufzunehmenden Gegenstandes. S. 263. — Belichtungszeit für Gegenstände in Bewegung. S. 269.

Die photographische Camera und die Apparate zu Momentaufnahmen.

Siebzehntes Capitel.

Seite

Der Verschluss des Objectives für längere oder momentane Aufnahmen. — Messung der Geschwindigkeit von Momentverschlüssen 277

Objectiv-Verschlüsse für Porträt-Aufnahmen im Atelier. S. 277. — Allgemeine Eigenschaften der Objectiv-Verschlüsse für Moment-Aufnahmen. S. 281. — Centrale Momentverschlüsse. S. 284. — Momentverschlüsse unmittelbar vor und hinter dem Objective. S. 284. — Der Momentverschluss ist dicht vor der empfindlichen Platte. S. 285 — Messung der Geschwindigkeit der Momentverschlüsse. — Effective und nützliche Oeffnungszeit. S. 286. — Messung der Geschwindigkeit der Momentverschlüsse durch Photographiren eines mit bekannter Geschwindigkeit sich bewegenden Lichtpunktes. S. 287. — Bestimmung mittels einer freifallenden Kugel. S. 290. — Photometrische Bestimmung der Geschwindigkeit der Momentverschlüsse. S. 292. — Bestimmung der effectiven Oeffnungszeit des Momentverschlusses mittels des Chronographen. S. 292. —

Achtzehntes Capitel.

Specielle Beschreibung der gebräuchlichen Momentverschlüsse . . 299

Der Guillotine-Momentverschluss (Fallbrett) und ähnliche Schieber-Momentverschlüsse. S. 299. — Momentverschlüsse, bei welchen sich zwei Schieber in entgegengesetzter Richtung bewegen. S. 307. — Anhang. S. 316. — Der unmittelbar vor der Platte vorübergleitende Spalt. S. 317. — Die einfache rotirende Scheibe. S. 322. — Zwei in entgegengesetzter Richtung sich drehende Scheiben oder Platten. S. 329. — Iris- oder Sectoren-Momentverschlüsse. S. 334. — Auf- und abwärtsgehende Schieber mit Kurbelbewegung. — Blenden-Momentverschlüsse. S. 337. — Momentverschluss in Form eines sich drehenden Hahnes oder einer Halbkugel. S. 343. — Verschiedene Momentverschlüsse mit Klappen. S. 344. — Anhang. S. 347.

Neunzehntes Capitel.

Die Camesa obscura und deren Zubehör 348

Die einfache Kasten-Camera ohne Auszug. S. 348. — Die Kasten-Camera mit Auszug. S. 349. — Allgemeines über die Balg-Camera. S. 351. — Bewegung und Feststellung der Camera-Vorder- und Rückwand. S. 354. — Das Stativ. S. 356. — Stative mit Kugel- oder Nuss-Gelenk. S. 367. — Vorrichtung zum Senkrechtstellen der photographischen Camera. S. 369. — Stativhälter zum Befestigen des Stativs an Pfählen, Bretterwänden, Schiffsverkleidungen etc. S. 370. — Stativ-Feststeller. S. 371. — Die Cassette. S. 373. — Die einfache Cassette. S. 373. — Verschiebbare Cassetten-Einlagen dienen zum Festhalten von verschiedenen Plattenformaten in einer Cassette. S. 378. — Die Doppel-Cassette. S. 380. — Rahmen für Negativpapiere oder Films. S. 381. — Roll-Cassetten für Negativpapiere oder Films. S. 383. — Die Visirscheibe. S. 391. — Einstellen des Bildes auf der Visirscheibe. S. 393. — Die Einstell-Loupe. S. 395. — Combination eines Spiegels oder Prismas mit der Visirscheibe. S. 400. — Anwendung von Glas-Rhomboëdern oder Spiegeln zur Erzeugung von zwei Bildern, deren eines zum Einstellen und deren anderes zum Photographiren dient. S. 404. — Vorrichtungen um sich bewegende Objecte im richtigen

Seite

Momente photographiren zu können, unter Anwendung zweier identischer Objective, wovon das eine als Sucher dient. S. 406. — Sucher oder Iconometer. S. 408. — Watson's Sucher und ähnliche ältere Formen des Iconometers. S. 408. — Newton's Sucher. S. 409. — Iconometer oder Visirvorrichtungen ohne Linsen. S. 410. — Wehls Orientirer. S. 415. — Der Photographische Compass. S. 419.

Zwanzigstes Capitel.

Besondere Beschreibung der Porträt- und Reproductions-Camera für den Atelier-Gebrauch 421

Die Camera für Porträt-Atelier, nebst dem Vorbau zum Abhalten von falschem Licht. S. 421. — Die Reproductions-Camera. S. 425. — Camera zur Herstellung von Diapositiven, Vergrösserungen und Verkleinerungen. S. 431. — Diapositive und Contact-Copien auf Glas nach unebenen Negativen in der Camera. S. 435. — Vorrichtungen zu Vignettirungen in der Camera. S. 435.

Einundzwanzigstes Capitel.

Multiplicatoren 439

Multiplicator mit einem Objectiv. S. 439. — Multiplicator mit mehreren Objectiven. S. 440. — Multiplicator-Camera mit verschiebbarem Objectiv. S. 446. — Cammée-Apparat für Bilder auf weissem Grund. S. 446. — Camera für Cammée-Porträte auf schwarzem Grund. S. 447. — Medaillon-Apparate, Ferrotyp- und Briefmarken-Camera. S. 448. — Der Polyconograph. S. 450.

Zweiundzwanzigstes Capitel.

Die Reise-Camera 453

Einfache Reise-Camera, bei welcher die Vorder- und Rückwand keine Schrägstellung zulässt. S. 454. — Reise-Cameras mit Schräg-Stellung der Vorder- oder Rückenwand. S. 460. — Camera mit oblonger Rückwand und drehbarem Balge. S. 461. — Camera mit quadratischer Rückwand. S. 475. — Vorrichtungen zur Verlängerung des Camera-Auszuges. S. 482. — Reise-Camera mit Wechselkasten oder Platten-Magazin. S 483. — Wechsel-Kästen und -Cassetten, welche von der Camera getrennt sind. Wechsel-Säcke und Zelte. S. 491.

Dreiundzwanzigstes Capitel.

Die Moment-Hand-Camera, Detectiv-Camera und verschiedene Moment-Apparate mit veränderlicher und fixirter Einstellung 504

Moment- und Hand-Cameras mit unveränderlicher Einstellung nach Art der unverstellbaren Kasten-Camera. S. 506. — Zusammenlegbare Hand-Camera mit unveränderlicher Einstellung. S. 529. — Moment-Cameras mit veränderlicher Einstellung. S. 532. — Verschiedene Arten der Moment- und Detectiv-Camera mit Rollcassetten. S. 543.

Vierundzwanzigstes Capitel.

Herstellung von photographischen Serienbildern, Chronophotographie 585

Fünfundzwanzigstes Capitel.

Der photographische Revolver und die photographsche Flinte . . 577

Lechner's Schützen-Camera. S. 589.

Sechsundzwanzigstes Capitel.

Seite

Vereinigung der Chronophotographien zu einem Bewegungsbilde mittels des Stroboscops 592

Siebenundzwanzigstes Capitel.

Panorama-Apparate 600

Achtundzwanzigstes Capitel.

Die Stereoscop-Camera 613

Neunundzwanzigstes Capitel.

Photogrammetrische Apparate, Phototheodolite 624

Jeder mit richtig zeichnender Linse versehene photographische Apparat kann zu photographischen Aufnahmen verwendet werden. S. 625. — Die zweite Gruppe umfasst die eigentlichen photogrammetrischen Apparate (Photogrammeter). S. 628. — Phototheodolite. S. 631. — Eigenschaften und Rectification des Phototheodoliten. S. 636. — Bestimmung der Bilddistanz und der Lage des Hauptpunktes. S. 639. — Messtisch-Photogrammeter S. 654.

Dreissigstes Capitel.

Die Solar-Camera und verschiedene Vergrösserungs-Apparate mit und ohne Condensatoren 657

Die Solar-Camera mit Spiegelvorrichtungen. S. 662. — Woodward's Solar-Camera. S. 667. — Parallaktische Solar-Camera. S. 681. — Vergrösserungs-Apparate für künstliches Licht mittels Condensatoren. S. 682. — Aufstellung der Condensatoren. S. 686. — Vergrösserungs-Apparate ohne Condensatoren unter Benutzung von zerstreutem Lichte. S. 692. — Grenzen der photographischen Vergrösserung. 697.

Einunddreissigstes Capitel.

Prüfung der Camera 700

Falsches Licht in der Camera oder den Cassetten S. 700. — Cassetten-Differenz S. 701. — Uebereinstimmung der Einlegerahmen. S. 701. — Die Visirscheibe steht nicht parallel dem Einlegerahmen. S. 701. — Das Objectiv sitzt nicht richtig zu seinem Anschraubering. S. 702.

Nachtrag.

Photographiren auf grosse Distanzen. — Fernphotographie. — Teleobjective 703

Ueber Fernphotographie von Dr. A. Steinheil in München. S. 707. — Fritsch's Teleobjectiv. S. 706. — Ein neues telephotographisches System von Dr. A. Miethe in Potsdam. S. 713. — Ein neues telescopisches Objectiv für photographische Zwecke von Dallmeyer. S. 716. — Ein zusammengesetztes telephotographisches Objectiv. S. 719.

Die photographischen Objective, ihre Eigenschaften und Prüfung.

ERSTES CAPITEL.

EINLEITUNG IN DIE PHOTOGRAPHISCHE OPTIK.

Von Dr. Adolph Steinheil in München.

I. Construction richtiger Bilder.

Denkt man sich in der Mitte N einer senkrechten undurchsichtigen Fläche AB (Fig. 1) eine Oeffnung, so enge, dass in jeder Richtung nur ein Lichtstrahl dieselbe passiren kann, so hat man eine Vorrichtung um richtige Bilder zu erzeugen. Die Oeffnung in N ersetzt das optische System, die Gerade $ONF \perp AB$ bildet die optische Achse. Man erhält richtige Bilder, wenn man in der Strecke NF senkrechte Ebenen (Bildebenen auf der optischen Achse errichtet und von Objectpunkten O, O_1, O_2 etc. gerade Linien durch N nach den Bildebenen zieht, O_1NA_1, O_2NA_2 etc. Da von jedem Objectpunkte nur ein Strahl die Oeffnung bei N passiren kann, so bildet dieser ebene Strahl die Bildpunkte in jeder Ebene, in welcher er aufgefangen wird. Die optische Achse ONF kann selbst als ein Strahl angesehen werden, welchem man den Namen Achsenstrahl zulegt. Errichtet man in F_1 die Bildebene, so ist F_1 der Bildpunkt von O, welchen der Achsenstrahl erzeugt.

Die Entfernung der Bildebene von N auf der optischen Achse gemessen, nennen wir die wahre Brennweite; sie ist ein Längenmass, welches seinen Anfang in N (dem Hauptpunkte) und seinen Endpunkt im Durchschnitte der Bildebene mit der optischen Achse (im Brennpunkte) hat.

Für Bildebenen in verschiedenen Abständen hat man immer denselben Hauptpunkt N aber verschiedene Brennweiten, je nach der Entfernung der angenommenen Bildebenen NF_1, NF_2 etc., wobei in F_1, F_2, F_3 etc. die Brennpunkte liegen. Der Strahl O_1NA_1, B_1, C_1 etc. gehört, wie alle Strahlen ausser dem Achsenstrahl, einem seitlich von der optischen Achse gelegenen Objectpuncte an und erzeugt auch einen Bildpunkt seitlich von der Achse. Ist die Bildebene in F_1 (Brenn-

weite NF_1) errichtet, so ist das Bild des Punktes O_1 in A_1. Alle geradlinigen Strahlen, welche von einem seitlich der Achse gelegenen Objectpunkte kommen und durch N (den Hauptpunkt) gehen, heissen Hauptstrahlen und erzeugen seitlich von der Achse gelegene Bildpunkte. Der Hauptpunkt ist allen Hauptstrahlen gemeinschaftlich; er ist der Kreuzungspunkt der Hauptstrahlen und liegt in jenem Punkte, in welchem diese die optische Achse schneiden.

II. Bildgrösse.

Die Hauptstrahlen bedingen bei gegebener Brennweite die Grössen, in welchen die Objecte abgebildet werden. Die Bildpunkte liegen wieder in den Bildebenen; für die in F_1 errichtete Bildebene ist das Bild vom Objectpunkte O_1 in A_1, und während OO_1 die Grösse des Objectes ist,

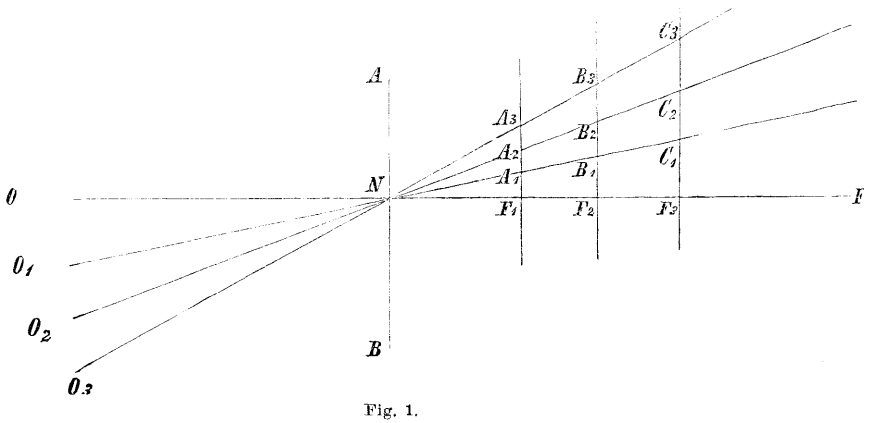


Fig. 1.

wird F_1A_1 die Grösse seines Bildes. Werden die Bildebenen nach einander in F_1, F_2, F_3 etc. angenommen, so liegen die Bildpunkte von O in F_1, F_2, F_3 etc., die Bildpunkte von O_1 aber in A_1, B_1, C_1 .... und es ist aus der Figur leicht ersichtlich, dass sich die Bilder des Objectpunktes O_1 um so weiter von der Achse entfernen, je grösser die Entfernung der Bildebene von der festen Wand also die Brennweite wird. Mithin wachsen also die Bildgrössen mit den Brennweiten, ist z. B. NF_2 noch einmal so gross als NF_1, so wird auch F_2B_1 noch einmal so gross als F_1A_1; die Brennweite bedingt also unmittelbar die Grösse des Bildes und ist deshalb der Massstab für ein System.

III. Gesichtsfeld.

Die verschiedenen Hauptstrahlen, welche N passiren, wie O_1NA_1, O_2NA_2 etc. bilden verschiedene Winkel mit der optischen Achse, welche bis beinahe 90 Grad wachsen können. Dieselben bedingen das Gesichts-

feld, welches die einzelnen Bilder umfassen. Während also durch die Brennweite die Grösse der einzelnen Objectbilder festgelegt ist, bedingen die Winkel der Hauptstrahlen, welche N passiren können, die Grösse des Gesichtsfeldes, d. h. die Entfernung von der optischen Achse, bis zu welcher die Objecte noch auf der Bildebene abgebildet werden. Bei unserer Anordnung ist das Gesichtsfeld ein möglichst grosses und für alle Bildebenen gleiches; sie gestattet somit correcte Bilder zu erzeugen, welche beliebigen Brennweiten entsprechen und beliebig grosses Gesichtsfeld haben. Dieselben besitzen unendlich grosse Tiefe, da es ganz gleichgültig ist, in welcher Entfernung von N die Objectpunkte liegen, da die Bildpunkte, welche ja nur durch einen Strahl zu Stande kommen, nicht undeutlich werden können. Unsere ganze Einrichtung hat aber einen Fehler: die Bilder, welche entstehen, sind unendlich lichtschwach.

IV. Wirksame Oeffnung.

Beseitigt man diesen Uebelstand durch Anwendung einer grösseren Oeffnung, so verliert man die Deutlichkeit der Bildpunkte, wenn man

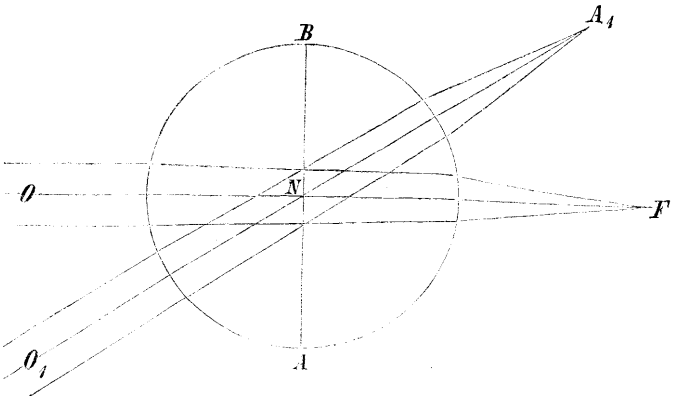


Fig. 2.

nicht eine Vorrichtung trifft, durch welche die verschiedenen Strahlen, welche dann von einem Objectpunkte ausgehend die vergrösserte Oeffnung bei N passiren, wieder in einen Punkt vereinigt werden. Als eine solche Vorrichtung können wir eine Glaskugel betrachten, welche ihren Mittelpunkt im Hauptpunkte N hat (Fig. 2).

Mit Anwendung einer solchen Kugel erhält man ein optisches System, welches die nahe der optischen Achse parallel zu ihr einfallenden Strahlen in einen Punkt vereinigt, somit eine bestimmte Brennweite hat, welche durch die Eigenschaften des Glases und den Krümmungshalbmesser der Kugel bestimmt ist. Während auch in diesem Falle

alle Hauptstrahlen ungebrochen durch das System gehen, sind für die Strahlen, welche den Bildpunkt in der Achse erzeugen, neue Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Es ist nämlich nicht mehr gleichgültig, in welchen Entfernungen Objectpuncte liegen, von welchen ein Bild entworfen werden soll, sondern es müssen sehr weit entfernte Objecte angenommen werden, um die wahre Brennweite des Symstems zu bestimmen, dieselben müssen so weit entfernt sein, dass die von einem Punkte ausgehenden, auf das System fallenden Strahlen als unter sich parallel betrachtet werden können. Die parallel zur Achse einfallenden Strahlen, welche den Bildpunkt in der Achse erzeugen, bilden einen Cylinder, dessen Durchmesser die wirksame Oeffnung des Systems heisst[1]) und in erster Reihe die Helligkeit desselben bedingt. Der Punkt, in

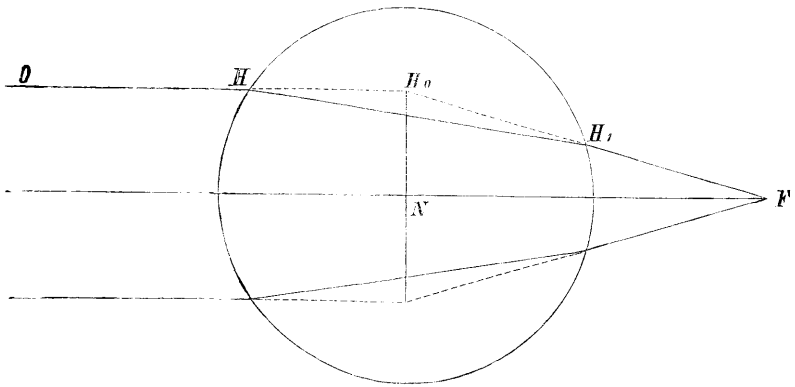


Fig. 3.

welchem sich diese von einem unendlich entfernten, in der optischen Achse gelegenen Objectpunkte kommenden Strahlen zu einem Bildpunkte vereinigen, wird der Brennpunkt, und bildet die Endgrenze der wahren Brennweite, während die Lage des Hauptpunktes durch Construction bestimmt werden muss. Dieser letztere wird gefunden, indem man einen parallel zur Achse einfallenden Strahl OH durch Rechnung durch das System verfolgt bis zur Lage nach dem Austritt aus der letzten Fläche H_1F (er zielt dann nach dem Brennpunkt), diesen austretenden Strahl nach rückwärts, den eintretenden aber nach vorwärts verlängert, bis sie sich in H_0 schneiden und von diesem gemeinsamen Schnittpunkt eine Senkrechte H_0N auf die Achse fällt; der Fusspunkt N dieser Senkrechten giebt den Hauptpunkt, welcher wieder zugleich Kreuzungspunkt der Hauptstrahlen ist. Hat das System die von uns angenommene Form, nämlich die einer Kugel, so fällt der Hauptpunkt in das Centrum derselben (Fig. 3).

1) Ueber die Bestimmung der wahren wirksamen Oeffnung s. u.

Man sieht also, dass man für ein solches System die wirksame Oeffnung und die Lage des Brennpunktes und des Hauptpunktes, deren Abstand von einander die wahre Brennweite ist, zu bestimmen hat. Des Weiteren ist auch noch zu berücksichtigen, dass der Bildpunkt sich vom Brennpunkt entfernt, wenn der Objectpunkt dem System näher gebracht wird.

Im Hauptpunkte des Systems muss die Blendung angebracht werden, welche den Durchmesser des Strahlencylinders bestimmt, welcher durch das System geht.

V. Leistung eines Systems.

Um die Leistung zu messen, welche ein System hat in Bezug auf die Helligkeit und auf die Grössen, in welchen es Objecte zeichnet, müssen die wirksame Oeffnung und die wahre Brennweite desselben bestimmt werden. Dies kann für eine bestimmte Blendung, am besten für die grösste geschehen, während dann für kleinere Blendungen die Abnahme der Helligkeit rechnerisch gefunden werden kann, die wahre Brennweite aber im Wesentlichen dieselbe bleibt.

Um die wirksame Oeffnung eines Systems zu bestimmen, bringt man dasselbe mit der gewählten Blendung versehen an eine Camera an und stellt auf einen sehr entfernten Gegenstand ein; alsdann entfernt man das matte Glas, geht mit dem Auge in den Brennpunkt und bringt vor die erste Fläche einen Cirkel, dessen Spitzen man so weit von einander entfernt, dass sie an den Grenzen der Blendung gesehen werden; die Entfernung der beiden Spitzen von einander ist alsdann die wirksame Oeffnung. Um die wahre Brennweite zu bestimmen, stellt man auf ein Object in der Art ein, dass Bild und Object gleich gross werden, misst die Entfernung von Object und matter Platte und nimmt $^1/_4$ davon[1]).

Hat man die wirksame Oeffnung und die wahre Brennweite, so lässt sich die Helligkeit in ihrem wesentlichsten Factor in zweierlei Weise ausdrücken: entweder als Bruch mit dem Zähler 1 als Helligkeitsquotient, oder als Winkel, welchen zwei gegenüberliegende Stellen des Blendenrandes passirende Strahlen des Büschels in der Achse nach dem Austritt aus der letzten Fläche mit einander bilden, als Helligkeitswinkel.

Hat man wirksame Oeffnung und Brennweite in gleichem Längenmass ausgedrückt, so setzt man erstere als Zähler, letztere als Nenner und dividirt Zähler und Nenner durch den Zähler, dadurch wird der Zähler gleich 1 und der Nenner eine um so grössere Zahl, je geringer die Oeffnung im Verhältniss zur Brennweite ist. Es sei z. B. die wirksame Oeffnung 17 mm, die wahre Brennweite 136 mm,

1) Andere Methoden der Brennweiten-Bestimmung s. u.

also die Helligkeit $= \frac{17}{136} = \frac{1}{8}$; oder Oeffnung = 27 mm. Brennweite = 486 mm, also Helligkeit $= \frac{27}{486} = \frac{1}{18}$. Drückt man die Helligkeit in dieser Weise durch Brüche mit dem Zähler 1 aus, so wird sie um so geringer, je grösser der Nenner ist und die Expositionszeiten verhalten sich wie die Quadrate der Nenner. Hat man z. B. bei einem Objective mit der einen Blende $^1/_5$ Helligkeit, mit der anderen $^1/_{10}$, so verhalten sich die Expositionszeiten wie $5^2 = 25$ zu $10^2 = 100$; also muss bei letzterer Blende 4 mal so lange exponirt werden als bei ersterer[1]). Nach folgender kleiner Tabelle lassen sich die in Winkeln ausgedrückten Helligkeiten in „Helligkeits-Quotienten" umrechnen.

Tabelle zur Verwandlung von Helligkeitswinkeln in Helligkeitsquotienten. (0^0 — 60^0.)

Helligk.-Winkel	Helligkeits-Quotient	Helligk.-Winkel	Helligkeits-Quotient	Helligk.-Winkel	Helligkeits-Quotient	Helligk.-Winkel	Helligkeits-Quotient
1^0	$\frac{1}{57,29}$	16^0	$\frac{1}{3,558}$	31^0	$\frac{1}{1,803}$	46^0	$\frac{1}{1,178}$
2^0	$\frac{1}{28,65}$	17^0	$\frac{1}{3,346}$	32^0	$\frac{1}{1,744}$	47^0	$\frac{1}{1,150}$
3^0	$\frac{1}{19,09}$	18^0	$\frac{1}{3,157}$	33^0	$\frac{1}{1,688}$	48^0	$\frac{1}{1,123}$
4^0	$\frac{1}{14,32}$	19^0	$\frac{1}{2,988}$	34^0	$\frac{1}{1,635}$	49^0	$\frac{1}{1,097}$
5^0	$\frac{1}{11,45}$	20^0	$\frac{1}{2,836}$	35^0	$\frac{1}{1,586}$	50^0	$\frac{1}{1,072}$
6^0	$\frac{1}{9,540}$	21^0	$\frac{1}{2,698}$	36^0	$\frac{1}{1,539}$	51^0	$\frac{1}{1,048}$
7^0	$\frac{1}{8,175}$	22^0	$\frac{1}{2,572}$	37^0	$\frac{1}{1,494}$	52^0	$\frac{1}{1,025}$
8^0	$\frac{1}{7,150}$	23^0	$\frac{1}{2,458}$	38^0	$\frac{1}{1,452}$	53^0	$\frac{1}{1,003}$
9^0	$\frac{1}{6,353}$	24^0	$\frac{1}{2,352}$	39^0	$\frac{1}{1,412}$	54^0	$\frac{1}{0,9813}$
10^0	$\frac{1}{5,715}$	25^0	$\frac{1}{2,255}$	40^0	$\frac{1}{1,374}$	55^0	$\frac{1}{0,9605}$
11^0	$\frac{1}{5,193}$	26^0	$\frac{1}{2,166}$	41^0	$\frac{1}{1,337}$	56^0	$\frac{1}{0,9404}$
12^0	$\frac{1}{4,757}$	27^0	$\frac{1}{2,083}$	42^0	$\frac{1}{1,303}$	57^0	$\frac{1}{0,9209}$
13^0	$\frac{1}{4,388}$	28^0	$\frac{1}{2,005}$	43^0	$\frac{1}{1,269}$	58^0	$\frac{1}{0,9020}$
14^0	$\frac{1}{4,072}$	29^0	$\frac{1}{1,933}$	44^0	$\frac{1}{1,238}$	59^0	$\frac{1}{0,8838}$
15^0	$\frac{1}{3,798}$	30^0	$\frac{1}{1,866}$	45^0	$\frac{1}{1,207}$	60^0	$\frac{1}{0,8660}$

1) Auf dem Pariser photographischen Congress von 1889 wurde der Vorschlag gemacht, als normale Helligkeit diejenige anzunehmen, bei welcher die wirksame

$61^0 - 120^0$.

Helligk.-Winkel	Helligkeits-Quotient	Helligk.-Winkel	Helligkeits-Quotient	Helligk.-Winkel	Helligkeits-Quotient	Helligk.-Winkel	Helligkeits-Quotient
61^0	$\frac{1}{0{,}8488}$	76^0	$\frac{1}{0{,}6400}$	91^0	$\frac{1}{0{,}4913}$	106^0	$\frac{1}{0{,}3768}$
62^0	$\frac{1}{0{,}8321}$	77^0	$\frac{1}{0{,}6286}$	92^0	$\frac{1}{0{,}4828}$	107^0	$\frac{1}{0{,}3700}$
63^0	$\frac{1}{0{,}8159}$	78^0	$\frac{1}{0{,}6174}$	93^0	$\frac{1}{0{,}4745}$	108^0	$\frac{1}{0{,}3633}$
64^0	$\frac{1}{0{,}8002}$	79^0	$\frac{1}{0{,}6066}$	94^0	$\frac{1}{0{,}4663}$	109^0	$\frac{1}{0{,}3566}$
65^0	$\frac{1}{0{,}7848}$	80^0	$\frac{1}{0{,}5959}$	95^0	$\frac{1}{0{,}4582}$	110^0	$\frac{1}{0{,}3501}$
66^0	$\frac{1}{0{,}7699}$	81^0	$\frac{1}{0{,}5854}$	96^0	$\frac{1}{0{,}4502}$	111^0	$\frac{1}{0{,}3436}$
67^0	$\frac{1}{0{,}7554}$	82^0	$\frac{1}{0{,}5752}$	97^0	$\frac{1}{0{,}4424}$	112^0	$\frac{1}{0{,}3373}$
68^0	$\frac{1}{0{,}7413}$	83^0	$\frac{1}{0{,}5651}$	98^0	$\frac{1}{0{,}4346}$	113^0	$\frac{1}{0{,}3309}$
69^0	$\frac{1}{0{,}7275}$	84^0	$\frac{1}{0{,}5553}$	99^0	$\frac{1}{0{,}4270}$	114^0	$\frac{1}{0{,}3247}$
70^0	$\frac{1}{0{,}7141}$	85^0	$\frac{1}{0{,}5457}$	100^0	$\frac{1}{0{,}4195}$	115^0	$\frac{1}{0{,}3185}$
71^0	$\frac{1}{0{,}7010}$	86^0	$\frac{1}{0{,}5362}$	101^0	$\frac{1}{0{,}4122}$	116^0	$\frac{1}{0{,}3124}$
72^0	$\frac{1}{0{,}6882}$	87^0	$\frac{1}{0{,}5269}$	102^0	$\frac{1}{0{,}4049}$	117^0	$\frac{1}{0{,}3064}$
73^0	$\frac{1}{0{,}6757}$	88^0	$\frac{1}{0{,}5178}$	103^0	$\frac{1}{0{,}3977}$	118^0	$\frac{1}{0{,}3004}$
74^0	$\frac{1}{0{,}6635}$	89^0	$\frac{1}{0{,}5088}$	104^0	$\frac{1}{0{,}3906}$	119^0	$\frac{1}{0{,}2945}$
75^0	$\frac{1}{0{,}6516}$	90^0	$\frac{1}{0{,}5000}$	105^0	$\frac{1}{0{,}3837}$	120^0	$\frac{1}{0{,}2887}$

Die wahre Brennweite setzt sich zusammen aus den Entfernungen des Brennpunktes von der letzten Fläche und des Hauptpunktes von der letzten Fläche, also in Fig. 4 aus LF und LN. LF heisst die freie Brennweite: dieselbe wird gefunden, indem man auf sehr grosse Entfernung einstellt und von der letzten Fläche des Objectives bis zur matten Scheibe misst. NL kann man, da in N (dem Hauptpunkt) der günstigste Ort für Anbringung der Blenden ist, als Entfernung der

Oeffnung des Objectives $^1/_{10}$ der wahren Brennweite beträgt. Die für ein Objectiv mit diesem Oeffnungsverhältniss erforderliche Expositionszeit wird als Einheit angenommen, und die Blendung, welche dieses Oeffnungsverhältniss ergibt, mit 1 bezeichnet. Es wurde ferner vorgeschlagen nur solche Blendungen beizugeben, bei welchen die Expositionszeiten sich je verdoppeln, also die Werthe 2, 4, 8, 16 für die kleineren Blenden, $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$, $^1/_{16}$ für die grösseren Blenden zu wählen. In obigem Beispiel würde die Blende mit $^1/_{10}$ Helligkeit die Zahl 1, diejenige mit $^1/_5$ Helligkeit die Zahl $^1/_4$ tragen, während eine Blende mit $^1/_{20}$ Helligkeit mit der Zahl 4 bezeichnet werden müsste.

Blendung von der letzten Fläche bezeichnen. Bei den meisten Apparaten ist die freie Brennweite geringer als die wahre Brennweite, da meistens der Hauptpunkt N vor[1]) der letzten Glasfläche liegt. Die Entfernung des Hauptpunktes von der letzten Fläche kann man ableiten, wenn die wahre Brennweite und die freie Brennweite bestimmt sind, sie ist die Ergänzung der letzteren auf die erstere. War z. B. die wahre Brennweite mit 117 mm, die freie Brennweite mit 109 mm gefunden, so ist 8 mm die Entfernung des Hauptpunktes von der letzten Fläche und zwar befindet er sich vor derselben; ergibt sich die freie Brennweite länger als die wahre Brennweite, so liegt der Hauptpunkt hinter der letzten Fläche.

Wenn ein parallel zur Achse einfallender Lichtbüschel ein System durchläuft, so werden die Strahlen desselben zur Achse nach dem Brennpunkt vereinigt, sie werden vom ganzen System zur Achse gebrochen. Die äussersten sich gegenüberliegenden Strahlen des noch frei durch die Blende gehenden Büschels ergeben den Lichtwinkel, mit welchem der Bildpunkt in der Achse gebildet wird, sie sind ein Mass für die

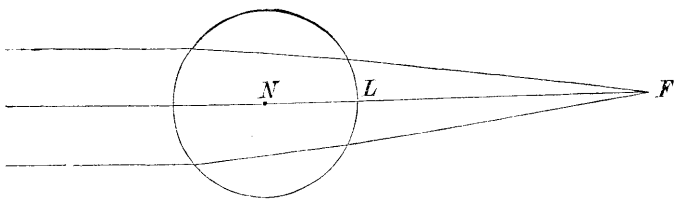


Fig. 4.

Brechungskraft des Systems. Für ein System von $^1/_4$ Helligkeit ist der Lichtwinkel 14^0, also die Ablenkung für den oberen und unteren Randstrahl je 7^0, d. h. die parallel einfallenden Randstrahlen treten unter Winkeln von je 7^0 gegen die optische Achse geneigt aus. Kommen nun aber die Strahlen, welche den Bildpunkt in der Achse erzeugen, statt von einem unendlich entfernten Punkte von einem näher gelegenen, so treffen sie die erste Fläche des Objectives nicht parallel zur Achse, sondern sie fallen divergirend auf die erste Fläche auf. Bricht nun ein System Randstrahlen um 7^0 zur Achse, so müssen solche divergirend einfallende Strahlen erst parallel zur Achse werden und treten nur noch soviel gegen die Achse geneigt aus, als nach Abzug des Winkels unter dem sie divergiren, von 14^0 übrig bleibt.

Die von O kommenden Strahlen (Fig. 5), welche die Blendung gerade noch passiren können, sollen unter sich einen Winkel $\alpha = 12^0$ bilden; es wird dann, wenn das System 42^0 bricht, der Winkel, den

1) In der Richtung des einfallenden Lichtes gedacht.

die austretenden Strahlen mit einander bilden, noch $42^0 - 12 = 30^0$ sein, und die in F^* erfolgende Vereinigung wird in grösserer Entfernung von der Glasfläche liegen, als der Brennpunkt des Symstems F; die Vereinigungsweite NF^* wird grösser sein als die wahre Brennweite NF.

Nennt man p die wahre Brennweite, a die Entfernung des Objectes und α die Vereinigungsweite, so findet bekanntlich folgende Relation statt:

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha}.$$

Nach dieser Formel ist beifolgende Tabelle berechnet, welche für die Brennweite 1 die zusammengehörigen Objectabstände und Vereinigungsweiten gibt.

Tabelle über das Verhältniss von Objectabstand zu Bildabstand bei gegebenem Grössenverhältniss zwischen Object und Bild für die Brennweite 1.

I Verkleinerung	II Bildabstand	III Objectabstand	I Verkleinerung	II Bildabstand	III Objectabstand	I Verkleinerung	II Bildabstand	III Objectabstand
1 mal	2,00	2,00	3,0	1,33	4,00	13,0	1,08	14,00
1,1	1,91	2,10	3,2	1,31	4,20	14,0	1,07	15,00
1,2	1,83	2,20	3,4	1,29	4,40	15,0	1,07	16,00
1,3	1,77	2,30	3,6	1,28	4,60	16,0	1,06	17,00
1,4	1,72	2,40	3,8	1,26	4,80	18,0	1,06	19,00
1,5	1,67	2,50	4,0	1,25	5,00	20,0	1,05	21,00
1,6	1,62	2,60	4,5	1,22	5,50	22,0	1,04	23,00
1,7	1,59	2,70	5,0	1,20	6,00	24,0	1,04	25,00
1,8	1,56	2,80	5,5	1,18	6,50	26,0	1,04	27,00
1,9	1,53	2,90	6,0	1,17	7,00	28,0	1,04	29,00
2,0	1,50	3,00	6,5	1,15	7,50	30,0	1,03	31,00
2,1	1,48	3,10	7,0	1,14	8,00	35,0	1,03	36,00
2,2	1,45	3,20	7,5	1,13	8,50	40,0	1,02	41,00
2,3	1,43	3,30	8,0	1,12	9,00	45,0	1,02	46,00
2,4	1,42	3,40	8,5	1,12	9,50	50,0	1,02	51,00
2,5	1,40	3,50	9,0	1,11	10,00	60,0	1,02	61,00
2,6	1,38	3,60	9,5	1,10	10,50	70,0	1,01	71,00
2,7	1,37	3,70	10,0	1,10	11,00	80,0	1,01	81,00
2,8	1,36	3,80	11,0	1,09	12,00	90,0	1,01	91,00
2,9	1,34	3,90	12,0	1,08	13,00	100,0	1,01	101,00
Vergrösserung I	Objectabstand II	Bildabstand III	Vergrösserung I	Objectabstand II	Bildabstand III	Vergrösserung I	Objectabstand II	Bildabstand III

Gebrauch der Tabelle.

Man drücke den grössten Durchmesser des Objectes und den grössten Durchmesser des zu erhaltenden Bildes im gleichen Massstabe aus.

Soll das Bild grösser werden als das Object, so liegt ein Fall für Vergrösserung vor, und man benütze die unteren Köpfe der Tafel; soll das Bild kleiner werden als das Object, so liegt Verkleinerung vor, und man benütze die oberen Köpfe der Tafel.

Sollen Object und Bild gleich gross sein, so hat man (1 malige Vergrösserung oder Verkleinerung) natürliche Grösse.

Zur Bestimmung, wie viel mal die Vergrösserung oder Verkleinerung werden soll, dividirt man mit der kleineren Zahl in die grössere, geht mit der gefundenon Zahl in Rubrik I, liest die auf derselben Horizontallinie stehenden Zahlen der Rubriken II und III ab und multiplicirt diese mit der Brennweite des Objectives, um die gesuchten Längen für Bild- und Objectabstand zu finden.

Z. B. Eine Karte von 40 cm Durchmesser soll auf 25 cm Durchmesser reproducirt werden. Weil das Bild kleiner wird als das Object, liegt Verkleinerung vor, und zwar 1,6 mal. Sucht man in Rubrik I die Zahl 1,6, so finden sich auf derselben Horizontallinie die Zahl 1,62 in Rubrik II für Bildabstand und 2,60 in Rubrik III für Objectabstand. Hat man die Brennweite 40 cm, so erhält man

$$1{,}6 \times 40 = 64 \text{ cm}$$

als Bildabstand und $2{,}6 \times 40 = 104$ cm Objectabstand.

Oder z. B. auf einen Gegenstand, der 6,40 m von einem Objectiv entfernt ist, dessen Brennweite 40 cm beträgt, soll eingestellt werden. Der Objectabstand ist somit $\frac{640}{40} = 16$ Brennweiten; man sucht in Rubrik III die Zahl 16, so findet man auf derselben Horizontalen in Rubrik II den Bildabstand mit 1.07 Brennweiten, gleich 42,8 cm, und in Rubrik I die Verkleinerung des Bildes 15 mal.

Der Weg, welchen die Hauptstrahlen gehen, deren grösste Neigung gegen die optische Achse das Gesichtsfeld bedingt, vollzieht sich ganz ähnlich wie oben auseinandergesetzt wurde; auf den einzelnen Haupt-

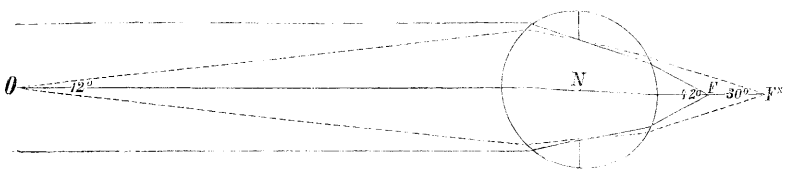


Fig. 5.

strahlen liegen die Bildpunkte von seitlich der Achse gelegenen Objectpunkten, deren jeder, entsprechend dem in der Achse gelegenen Objectpunkte, einen Strahlencylinder auf das System sendet, dessen Durchmesser durch die Grösse der Blende bedingt ist. Dieser Cylinder wird vom System so gebrochen, dass die Strahlen ein auf dem Hauptstrahle liegendes Bild des betreffenden Objectpunktes erzeugen. Die Durchschnitte der Hauptstrahlen mit der im Brennpunkte errichteten Bildebene geben die Grösse der Bilder, welche durch die Neigung des Hauptstrahles und die wahre Brennweite des Systems bedingt sind. Ist p die wahre Brennweite des Systems, γ die Neigung eines Hauptstrahles, so ist $p \cdot \operatorname{tg} \gamma$ die Entfernung des Bildpunktes seitlich der Achse von derselben. War β der Neigungswinkel des äussersten Hauptstrahles, so ist $2p \cdot \operatorname{tg} \beta$ der Durchmesser des Bildes.

Handelt es sich um naheliegende Objecte, so tritt an die Stelle der wahren Brennweite p die Vereinigungsweite α, man findet dann die

wirkliche Grösse, in welcher die Objecte abgebildet werden aus der Formel $H = \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta$, während die Formel $\frac{a}{\alpha}$ angibt, um wieviel mal das Bild kleiner ist als das Object, so lange a grösser ist als α; wird α grösser als a, so gibt $\frac{\alpha}{a}$ an, wieviel mal grösser das Bild wird als das Object; wird dagegen $\alpha = a$, so ist das Bild ebenso gross wie das Object, d. h. das Object wird in natürlicher Grösse abgebildet. Beifolgende Tabelle gibt für das Gesichtsfeld in Graden ausgedrückt die zugehörigen Bilddurchmesser in Einheiten der Brennweite für sehr weit entfernte, in Einheiten der Vereinigungsweite für näherliegende Objecte.

Tabelle über Gesichtsfeldwinkel und Bilddurchmesser.

Gesichtsfeldwinkel	Bilddurchmesser	Gesichtsfeldwinkel	Bilddurchmesser	Gesichtsfeldwinkel	Bilddurchmesser	Gesichtsfeldwinkel	Bilddurchmesser	Gesichtsfeldwinkel	Bilddurchmesser	Gesichtsfeldwinkel	Bilddurchmesser
1°	0,0175	21°	0,3707	41°	0,7478	61°	1,1781	81°	1,7082	101°	2,4262
2°	0,0349	22°	0,3888	42°	0,7677	62°	1,2017	82°	1,7386	102°	2,4698
3°	0,0524	23°	0,4069	43°	0,7878	63°	1,2256	83°	1,7694	103°	2,5143
4°	0,0698	24°	0,4251	44°	0,8081	64°	1,2497	84°	1,8008	104°	2,5599
5°	0,0873	25°	0,4434	45°	0,8284	65°	1,2741	85°	1,8327	105°	2,6064
6°	0,1048	26°	0,4617	46°	0,8489	66°	1,2988	86°	1,8650	106°	2,6541
7°	0,1223	27°	0,4802	47°	0,8696	67°	1,3238	87°	1,8979	107°	2,7028
8°	0,1399	28°	0,4987	48°	0,8905	68°	1,3490	88°	1,9314	108°	2,7528
9°	0,1574	29°	0,5172	49°	0,9114	69°	1,3745	89°	1,9654	109°	2,8039
10°	0,1750	30°	0,5359	50°	0,9326	70°	1,4004	90°	2,0000	110°	2,8563
11°	0,1926	31°	0,5547	51°	0,9540	71°	1,4266	91°	2,0352	111°	2,9100
12°	0,2102	32°	0,5735	52°	0,9755	72°	1,4531	92°	2,0710	112°	2,9651
13°	0,2279	33°	0,5924	53°	0,9972	73°	1,4799	93°	2,1076	113°	3,0217
14°	0,2456	34°	0,6115	54°	1,0191	74°	1,5071	94°	2,1447	114°	3,0797
15°	0,2633	35°	0,6306	55°	1,0411	75°	1,5347	95°	2,1826	115°	3,1394
16°	0,2811	36°	0,6498	56°	1,0634	76°	1,5626	96°	2,2212	116°	3,2007
17°	0,2989	37°	0,6692	57°	1,0859	77°	1,5909	97°	2,2606	117°	3,2637
18°	0,3168	38°	0,6887	58°	1,1086	78°	1,6196	98°	2,3008	118°	3,3286
19°	0,3347	39°	0,7082	59°	1,1315	79°	1,6486	99°	2,3417	119°	3,3953
20°	0,3527	40°	0,7279	60°	1,1547	80°	1,6782	100°	2,3835	120°	3,4641

Obige Tabelle über die Bildgrössen ist nur anwendbar, wenn man ausser der wahren Brennweite des Objectives auch Distanz und Grösse des Objectes kennt. In der Praxis kommen aber häufig folgende Fälle vor:

1. Man hat ein Objectiv und soll ein Object, dessen Grösse und Distanz man nicht kennt, in vorgeschriebener Grösse aufnehmen. Der Ort der Aufstellung ist zu bestimmen.

2. Man soll ein Object in einer bestimmten Grösse aufnehmen; die Aufstelldistanz ist gegeben, man soll die Brennweite des Objectives bestimmen, mit welcher dies erreicht wird.

Im ersteren Falle visirt man nach dem aufzunehmenden Object, bringt zwei Finger, welche man so weit von einander entfernt hält, als die Grösse des abgebildeten Objectes werden soll, in der Entfernung der Brennweite des Objectives vor das Auge und geht so lange vor oder zurück bis das Object genau zwischen die Finger passt.

Im zweiten Falle stellt man sich auf den vorgeschriebenen Standpunkt, nimmt wieder wie oben angegeben die gewünschte Objectgrösse zwischen die Finger und nähert sie dem Auge oder entfernt sie von demselben, bis das Object zwischen dieselben passt. Die Entfernung der Finger vom Auge, bei welcher dies eintritt, ist die Brennweite des Objectives, welches in der beabsichtigten Grösse zeichnet.

VI. Formen der Linsen.

Man wendet in der praktischen Optik für optische Systeme, welche aus einer oder zwei Linsen bestehen, nur eine Art von Flächen an, die Kugelflächen, denn nur diese können mit der für gute Optik nöthigen absoluten Genauigkeit hergestellt werden. Planflächen lassen sich ebenso genau herstellen, weshalb man sie ebenfalls anwenden kann, überdies sind sie ja eigentlich nichts anderes als Kugelflächen mit unendlich langem Radius.

Die eine Linse begrenzenden Flächen können also plan, convex oder concav sein. Convex ist eine Fläche, wenn sie von einer daraufgelegten Planfläche in der Mitte berührt wird, concav, wenn die Planfläche am Rande aufliegt.

Die Linsen können convexe oder concave sein, je nachdem die Mitte dicker ist als der Rand oder umgekehrt. Man unterscheidet dabei:

1. biconvexe Linsen (beide Seiten convex),
2. planconvexe Linsen (eine Seite plan, eine convex),
3. convex-concave Linsen (Menisken, eine Seite convex eine concav) und zwar

3a. positive Menisken, wenn die Mitte dicker als der Rand,

3b. negative Menisken, wenn der Rand dicker ist als die Mitte,

4. planconcave Linsen (eine Seite plan, die andere concav),
5. biconcave Linsen (beide Flächen concav).

Die Linsen 1—3a sind positive, d. h. sie brechen parallel einfallende Strahlen zur Achse, die Linsen 3b—5 dagegen sind negative, d. h. sie brechen parallel einfallende Strahlen von der Achse.

Ist bei einem Glase Mitte und Rand gleich dick, so ist es ein Parallelglas. Zwei Linsen, von welchen die eine mit dem nämlichen Radius convex ist, welchen eine andere Linse concav besitzt, passen mit diesen Flächen in einander und können verkittet werden.

Die Mittelpunkte der die Linsen eines Systems begrenzenden Flächen müssen alle in einer geraden Linie der optischen Achse liegen, d. h. die Linsen müssen centrirt sein.

VII. Material der Linsen.

Zu Linsen werden hauptsächlich Glassorten verwendet, welche ausser der Durchsichtigkeit noch specielle Eigenschaften besitzen müssen. So ist erste Bedingung, dass Glas, welches zu optischen Linsen verwendet werden soll, homogen sei, d. h. ganz gleichmässig in Dichtigkeit und frei von jeder Spannung. Bei der Fabrikation des Glases wird die Homogenität durch langes Mischen in dünnflüssigem Zustande erzielt. Durch dieses Mischen, welches horizontal und vertical geschehen muss, soll hauptsächlich vermieden werden, dass ungleichmässig dichte Stellen entstehen, welche Wellen heissen, weil solche das Licht anders brechen und dadurch undeutliche Bilder veranlassen würden. Dabei ist es aber sehr schwierig zu verhüten, dass durch das starke Rühren nicht Luftblasen in der Masse bleiben, welche zwar nicht wie Wellen die Entstehung deutlicher Bilder unmöglich machen, aber immerhin etwas Licht absorbiren (nicht durchlassen) und als Schönheitsfehler sehr unbeliebt sind, obgleich sie, wie gesagt, für den Effect nicht störend wirken, wie Wellen oder Spannungen im Glase. Letztere, welche nur schwer zu erkennen sind, wie auch erstere, welche man leichter bemerkt, wirken dagegen äusserst störend. Spannungen in der Glasmasse können nur dadurch vermieden werden, dass man dieselbe sehr langsam abkühlen lässt.

Kritzer in den Oberflächen verhalten sich ganz wie Bläschen oder Steinchen (ungeschmolzene Theile der Masse), indem sie nur äusserst kleine Lichtverluste bedingen und ohne schädlichen Einfluss auf das Zustandekommen eines deutlichen Bildes sind; sehr sshädlich dagegen wirken Fehler in der Sphäricität der Flächen, weil durch diese ganze Partien des Lichtes, das einen Bildpunkt erzeugen soll, andere Richtungen einschlagen. Die sicherste Methode, Gestaltfehler der Oberflächen zu vermeiden, liegt in der Anwendung der Probegläser, während gerade deren Anwendung sehr leicht zur Entstehung von Kritzern führt, welche aber, wie gesagt, bei weitem weniger schädlich sind als schlechte Gestalten. Schlieren nennt man aus feinen Luftbläschen gebildete Wände, wie sie leicht entstehen, wenn Linsen aus Glasstücken ramolirt werden,

welche Sprünge haben, in welchen Luft eingeschlossen ist. Sie absorbiren und reflectiren grössere Mengen Lichtes.

Während für Fernrohre, Lupen, Mikroscope etc. nur gute Durchsichtigkeit des Glases fürs Auge erforderlich ist, müssen Gläser, welche zu photographischen Zwecken verwendet werden, noch speciell auf Durchlässigkeit für die stark chemisch wirksamen, optisch nicht mehr wahrnehmbaren Strahlen untersucht werden, oder vielmehr sind solche Gläser auszuwählen, welche diese Eigenschaft besitzen[1]). Dies ist nach dem Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite der nächst wichtige Faktor für die Helligkeit eines photographischen Systems.

VIII. Bildpunkt in der Achse.

Von einem in der optischen Achse unendlich weit gelegenen Objectpunkt trifft ein Strahlencylinder parallel zur Achse einfallend die erste Fläche des Systems. Die Grösse der Blende bestimmt denjenigen Durchmesser des Cylinders, der das System durchlaufen und das Achsenbild erzeugen kann. Ist dieser Durchmesser angenommen, so wählen wir aus dem Strahlenbüschel zwei Strahlen aus, den einen ganz nahe der optischen Achse, den anderen im Mantel des Cylinders gelegen. Ersterer heisst der Achsenstrahl, letzterer der Randstrahl.

Die Wirkung der optischen Linsen besteht nun bekanntlich darin, dass das Licht beim Uebergange aus einem Medium in ein anderes abgelenkt (gebrochen) wird. Hierbei wird weisses Licht zerlegt in die verschiedenen Farben des Spectrums und noch über die Grenzen desselben hinaus (Wärmestrahlen, chemisch wirksame Strahlen). Fällt daher ein Lichtstrahl (Fig. 6) auf eine sphärische Fläche und trifft dieselbe im Punkte M, so bildet er mit dem Halbmesser R an der Eintrittsstelle einen Winkel φ, den Einfallswinkel. Der Strahl wird in die Glaslinse eindringen und hierbei abgelenkt werden; zugleich aber wird er in die verschiedenfarbigen Strahlen zerlegt, welche dann ungleich viel abgelenkt werden und so auseinanderkommen. (Die Brechungswinkel ψ werden verschieden.) Die Ursache hiervon ist die Brechungskraft des Glases, welche eben für die verschiedenen Farben des Spectrums verschieden ist, am geringsten für das rothe Ende und allmählich stärker gegen gelb, grün, blau und violett.

Das Mass der Brechungskraft kann in Zahlen ausgedrückt werden, seit Fraunhofer gezeigt hat, dass an bestimmten Stellen im Spectrum dunkle Linien[2]) auftreten, welche bei den verschiedensten Glasarten stets genau derselben Farbe angehören und deren Brechungskraft mess-

1) S. I. Band, erste Hälfte, S. 284.

2) Die nach ihm benannten Fraunhofer'schen Linien (s. S. 203 des I. Bandes, erste Hälfte).

bar ist. Die Zahl, welche die Brechungskraft für eine bestimmte Glassorte und gegebene Farbe ausdrückt, heisst der Brechungscoëfficient.

Das Brechungsgesetz lautet nun: Beim Uebertritt aus einem Medium in ein dichteres, wird der Lichtstrahl zum Lothe abgelenkt, beim Uebertritt vom dichteren ins dünnere Medium vom Lothe. Dabei erfolgt die Ablenkung nicht dem Einfallswinkel selbst, sondern dem Sinus desselben proportional.

Bekanntlich bezeichnete Fraunhofer die von ihm entdeckten Linien mit Buchstaben, so z. B. eine im rothen Theile des Spectrums liegende mit C, im gelben mit D, im blauen mit F. Man kann alsdann die Brechungscoëfficienten dieser drei Farben mit n_C, n_D und n_F bezeichnen. Der Brechungscoëfficient der Luft kann für alle Farben gleich und gleich

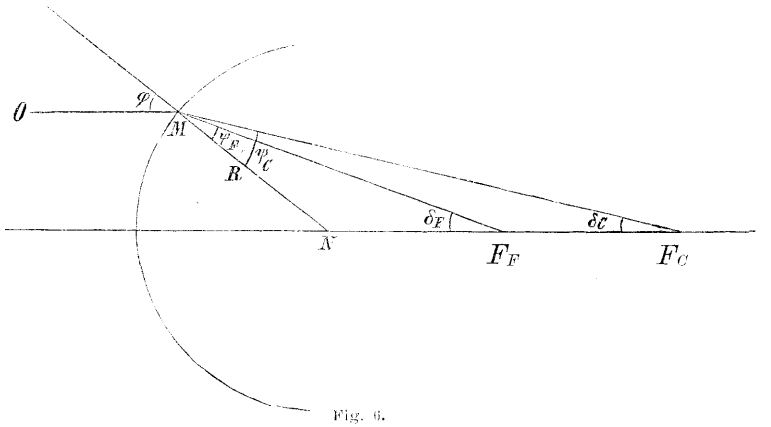


Fig. 6.

der Einheit gesetzt werden. Für ein Crownglas (Spiegelglas) seien die den Linien C, D und F entsprechenden Brechungscoëfficienten:

$$n_C = 1{,}5150,$$
$$n_D = 1{,}5182,$$
$$n_F = 1{,}5216.$$

Ist nun φ der Einfallswinkel bei M, so sind die Brechungswinkel

$$\text{für roth } \frac{\sin \varphi}{n_C} = \sin \psi_C,$$

$$\text{für gelb } \frac{\sin \varphi}{n_D} = \sin \psi_D,$$

$$\text{für blau } \frac{\sin \varphi}{n_F} = \sin \psi_F.$$

Je grösser n ist, um so kleiner wird der Winkel ψ, also ψ_F kleiner als ψ_C und da die Ablenkung gegen die Einfallsrichtung OM, welche die verschiedenfarbigen Strahlen erleiden $= \varphi - \psi_C = \delta_C$,

$$\varphi - \psi_D = \delta_D,$$
$$\varphi - \psi_F = \delta_F \text{ ist,}$$

so ist die Ablenkung für das grösste n die bedeutendste. Das im weissen Strahl OM enthaltene Licht geht also nicht in einen Punkt F (Brennpunkt), sondern in die verschiedenen Punkte F_C, F_D und F_F etc. Diese Erscheinung nennt man den Farbenfehler, sie ist der Grund, dass das Bild des unendlich entfernten Objectpunktes O kein deutliches wird. Sowohl die Rand- als auch die Achsenstrahlen besitzen diesen Fehler; bei photographischen Objectiven macht er sich als chemischer Focus geltend, da das Bild der gelben Strahlen, die optisch am stärksten wirken und das der violetten Strahlen, welche hauptsächlich auf die präparirte Platte wirken, an verschiedenen Stellen liegen.

Besteht das brechende System, wie wir bisher angenommen haben, nur aus einer Linse, so besitzt der Bildpunkt in der Achse noch einen zweiten Fehler, welcher dadurch entsteht, dass der Randstrahl und der Achsenstrahl von gleicher Farbe nicht nach demselben Punkte gebrochen werden. Würde die Brechung dem Einfallswinkel proportional erfolgen, so würde eine Kugelfläche die in verschiedenen Höhen auffallenden Strahlen einer Farbe nach demselben Punkte brechen; da aber die Ablenkung dem Sinus des Einfallswinkels proportional geht, werden die Randstrahlen, welche grössere Einfallswinkel besitzen, stärker als den Einfallswinkeln proportional gebrochen, so dass sie näher an der letzten Fläche die Achse schneiden.

Diesen ebenfalls Undeutlichkeit des Bildpunktes bewirkenden Uebelstand nennt man den Kugelgestaltfehler.

Die Art und Weise, wie Farbenfehler und Kugelgestaltfehler gehoben werden können, sei in Folgendem nur in kurzen Andeutungen dargelegt, da ein Eingehen auf Berechnungen hier nicht am Platze wäre.

Die verschiedenen Glassorten, welche zur Anfertigung von Objectiven verwendet werden, werden als Crown- und Flintgläser bezeichnet. Von diesen besitzen die Crowngläser im Verhältniss zur Brechung geringere Zerstreuung, die Flintgläser dagegen brechen stärker und geben eine Zerstreuung, welche noch viel grösser ist, als der stärkeren Brechung entsprechend, durch welchen Umstand die Möglichkeit geboten ist, achromatische Objective mit positiver Brennweite herzustellen. Es sei für eine Crownglassorte:

$$\left.\begin{aligned} n_C &= 1{,}5150 \\ n_F &= 1{,}5216 \end{aligned}\right\} \quad \text{Zerstreuung } n_F - n_C = 0{,}0066$$

und für eine Flintglassorte:

$$\left.\begin{aligned} n'_C &= 1{,}6270 \\ n'_F &= 1{,}6394 \end{aligned}\right\} \quad \text{Zerstreuung } n'_F - n'_C = 0{,}0124,$$

dann verhalten sich die Brechungen wie 1.5 : 1,6. die Zerstreuungen aber wie 66 : 124. Fertigt man nun aus diesen Glasarten zwei Linsen,

eine positive Crownglaslinse, welche zur Achse bricht und zwar F mehr als C, und eine negative Flintglaslinse, welche von der Achse bricht und zwar F viel mehr als C, so wird die Crownglaslinse viel stärker brechen müssen als die Flintglaslinse, denn ein Objectiv wird achromatisch, wenn C und F gleich viel gebrochen werden, weil sie dann nach demselben Punkte zielen; um dies aber zu erreichen, muss die Gesammtablenkung der Flintglaslinse viel kleiner sein als die Gesammtablenkung der Crownglaslinse, wodurch eine Ablenkung zur Achse übrig bleibt.

Beispiel: Ein in bestimmter Höhe auf das Crown auffallender weisser Strahl werde in seinem rothen Theile $3^0\,0'$, in seinem blauen Theile $3^0\,10'$ zur Achse abgelenkt; von der Flintglaslinse dagegen würde der rothe Theil $1^0\,40'$, der blaue $1^0\,50'$ von der Achse gebrochen, dann ist das Resultat, dass durch beide Linsen sowohl der rothe als auch der blaue Strahl $1^0\,20'$ zur Achse gebrochen werden.

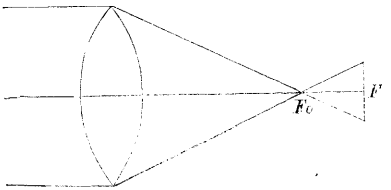


Fig. 7a.

In dieser Weise lässt sich durch Combiniren einer positiven Crownglaslinse mit einer negativen Flintglaslinse der Farbenfehler heben.

Zur Andeutung, wie der Kugelgestaltfehler gehoben werden kann, diene folgende Betrachtung.

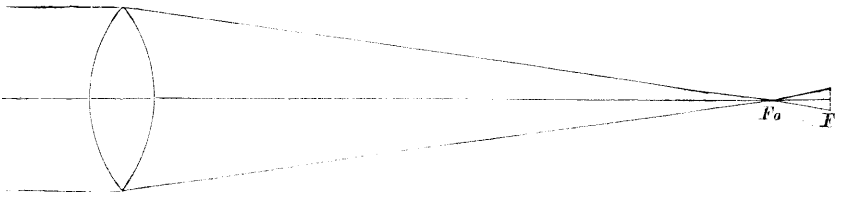


Fig. 7b.

Die Unproportionalität in der Brechung wächst rasch bei grösseren Ablenkungen, bei 2^0 Ablenkung ist dieselbe ca. 8 mal so gross als bei 1^0 Ablenkung. Macht man drei Brechungen zur Achse von je 1^0, so ist die Unproportionalität zwischen Rand- und Achsenstrahlen viel geringer als bei einer einmaligen Brechung von 2^0 von der Achse. Es würde also bei einer solchen Combination der Randstrahl die Achse später schneiden als der Achsenstrahl, wodurch der Kugelgestaltfehler mehr als corrigirt wäre. Wollte man ihn genau corrigiren, so würde schon eine kleinere Brechung von der Achse genügen, wobei mehr positive Brechung der Gesammtcombination übrig bliebe. Ein Bildpunkt in der Achse kann also nur dann deutlich werden, wenn Kugelgestalt- und Farbenfehler gehoben sind; je grösser seine Helligkeit ist, d. h. einen

je grösseren Winkel die Randstrahlen nach ihrem Austritt aus der letzten Fläche mit der optischen Achse bilden (je kleiner der Nenner des Bruches mit dem Zähler 1 ist, welcher die Helligkeit ausdrückt), desto grösser wird die Undeutlichkeit, welche der gleiche Längenfehler FF_0 in der Vereinigung der Strahlen bedingt (Fig. 7a und 7b).

Sind bei einem Objectiv Kugelgestaltfehler und Farbenfehler vollständig gehoben, so erfolgt die Vereinigung der von einem Punkte ausgehenden Strahlen wieder in einen Punkt, und die Deutlichkeit ist eine vollständige. Die Bildebene ist alsdann diejenige Ebene, welche im Vereinigungspunkt senkrecht auf der optischen Achse errichtet wird.

IX. Tiefe.

Ist ein Object in anderer Entfernung als dasjenige, auf welches eingestellt wurde, so liegt das deutliche Bild desselben, wie schon oben erläutert, ebenfalls in einer anderen Entfernung von der letzten Fläche und erscheint in der Einstellebene des ersten als Scheibchen statt als Punkt.

Da die Sehschärfe des menschlichen Auges keine absolute ist, so ist es nicht nothwendig, dass das Bild eines Objectpunktes ein wirklicher Punkt ist, sondern es darf ein Scheibchen werden, wenn der Durchmesser desselben nur noch so klein bleibt, dass es dem Auge noch als Punkt erscheint. Hierin liegt der Grund, dass es auch für helle Bilder noch eine Tiefe gibt, d. h. dass verschieden entfernte Objecte in derselben Bildebene dem Auge noch deutlich erscheinen.

Je nach der Entfernung[1]), aus welcher ein Bild betrachtet werden soll, richtet sich der Durchmesser, welchen das Bild eines Punktes annehmen darf, um bei normaler Sehschärfe noch als Punkt zu erscheinen. Steht für ein Bild, welches mit einem Objectiv von gegebener Brennweite aufgenommen wurde, der Durchmesser des Scheibchens fest, welchen das Bild eines Punktes annehmen darf, ohne undeutlich zu erscheinen, so lässt sich die Tiefe der Bilder für verschiedene Helligkeiten berechnen. Es soll der Durchmesser eines Punktes $^1/_5$ mm werden dürfen, wenn die Brennweite des Objectives 300 mm beträgt. Ist nun die Helligkeit $^1/_4$, so darf die Verschiebung der Bilder gegen die Einstellebene nach jeder Seite 4 mal $^1/_5$ mm, also je $^4/_5 = 0.8$ mm betragen. War auf 5 m Entfernung eingestellt, so ergab sich eine Vereinigungs-

1) Ein richtig gezeichnetes Bild erscheint dem Auge auch vollständig richtig, wenn es aus der Distanz betrachtet wird, welche der Brennweite des Objectives, mit welchem es aufgenommen wurde, entspricht. Je grösser das Gesichtsfeld ist, desto mehr fällt es auf, wenn das Bild aus einer anderen Entfernung betrachtet wird.

weite von 319,2 mm[1]). Es darf aber die Vereinigungsweite einmal um 0.8 mm grösser und einmal um ebenso viel kleiner werden, also darf α die Werthe von 320 bis 318,4 annehmen, woraus sich die Werthe von a mit 4800 mm[2]) und 5191,3 mm ergeben, was einer Tiefe der Bilder von 391,3 mm entspricht.

Ist dagegen die Helligkeit des Objectives $^1/_{30}$, so dürfen die Vereinigungsweiten um $30 \cdot {}^1/_5 = 6$ mm länger oder kürzer werden; diese Grössen, an der Vereinigungsweite von 319.2 angebracht, ergeben als Werthe, die α annehmen darf, 325,2 für den nächsten und 313,2 für den entferntesten Punkt, was Entfernungen von 3671,4 mm und 7118,2 mm entspricht, also eine Tiefe von 3246.8 mm ergibt.

Hieraus ersieht man, dass mit Abnahme der Helligkeit die Tiefe rasch zunimmt.

Es sei nun noch ein Beispiel gewählt, in welchem die Helligkeiten dieselben sind, die Brennweite eine andere ist, es sei die letztere = 100 mm, was für 5 m Abstand eine Vereinigungsweite von 102 mm ergibt. Bei der Helligkeit $^1/_4$ ist die gestattete Verstellung je 0,8 mm, also 101,2 mm und 102,8 mm als Vereinigungsweiten, was Objectentfernungen von 8433,3 mm und 3671,4 mm entspricht und eine Tiefe von 4761,9 mm ergibt. Bei der Helligkeit $^1/_{30}$ können die Vereinigungsweiten um $\pm$ 6 mm ändern; die Vereinigungsweite für 5 m Entfernung ist 102, also ist nach der einen Seite (für entferntere Objecte) nicht die Hälfte der Verstellbarkeit verwendbar, selbst wenn man bis auf unendlich weit einstellt. Man muss also bei dieser Helligkeit für näher einstellen, um die ganze Tiefe ausnützen zu können. Da 6 mm nach beiden Richtungen verstellt werden darf, wählen wir eine Einstelldistanz, welche die Vereinigungsweite 106 mm ergibt, was eine Entfernung von 1766,7 mm ergäbe, also von etwa $1^3/_4$ m; die Grenzen der noch deutlichen Vereinigungen würden dann für den entferntesten Punkt 100 mm, die Länge der Brennweite, was einem unendlich entfernten Object entspricht. Für die Nahgrenze dürfte die Vereinigungsweite 112 mm werden, was einer Entfernung des Objectes von 933,3 mm entspräche. Die Tiefe wäre also als Maximum von unendlich bis auf 933,3 mm, wenn für 1766.7 mm eingestellt war. Stellt man auf näher ein, so wird die Ferne nicht mehr deutlich; stellt man auf weiter ein, so wird die Tiefe nicht ausgenützt.

---

1) Es ist $a = 5000$, $p = 300$, also nach der Formel: $\frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{p}$, $\alpha = 319{,}2$.

2) $a = \frac{\alpha p}{\alpha - p}$, für den nächsten Punkt wird $\alpha = 320$. $p = 300$, also $a = 4800$, für den entferntesten Punkt ist $\alpha = 318{,}4$, $p = 300$, also $a = 5191{,}3$.

Wir sehen also, dass bei gleicher Deutlichkeit und gleicher Helligkeit die Tiefe um so grösser wird, je kleiner die Brennweite eines Objectives ist. Bei $^1/_4$ Helligkeit und 300 mm wahrer Brennweite war aber bei Einstellung auf 5 m Abstand die Tiefe 391,3 mm, während die Einstellung auf gleiche Entfernung bei derselben Helligkeit und 100 mm wahrer Brennweite eine ungefähr 12 mal so grosse Tiefe, nämlich 4761,9 mm ergab; es werden also kleine Aufnahmen (Aufnahmen mit kleiner Brennweite), welche nachher vergrössert werden, grössere Tiefe geben, als Aufnahmen mit grossen Brennweiten; denn während die Brennweite 3 mal kleiner wurde, ist die Tiefe aufs 12 fache gewachsen.

Zu berücksichtigen ist auch die Entfernung, auf welche eingestellt wurde. In unserem ersten Beispiel haben wir bei 300 mm wahrer Brennweite auf 5 m Abstand eingestellt und mit den Helligkeiten $^1/_4$ und $^1/_{30}$ Tiefen von 391,3 mm und 3246,8 mm erzielt. Nehmen wir nun bei gleicher wahrer Brennweite statt einer Distanz von 5 m eine solche von nur 3 m an, so ergibt sich eine Vereinigungsweite von 333,3 m und bei $^1/_4$ Helligkeit die Werthe von $\alpha = 334{,}1$ und 332,5, was Entfernungen von 2939,3 mm und 3069,2 mm entspricht, also eine Tiefe von 129,9 mm ergibt, während sie bei Einstellung auf 5 m 391,3 mm war. Für die Helligkeit $^1/_{30}$ erhält man als Vereinigungsweite 333,3 und als Grenzwerthe für α 339,3 mm und 327,3 mm, dementsprechend die Objectdistanzen 2590,1 mm und 3596,7 mm, was einer Tiefe von 1006,6 mm entspricht, statt 3246,8.

Es wächst somit die Tiefe:

1. mit der Entfernung, auf welche eingestellt wird;
2. mit der Verkleinerung der Brennweite des Objectives, mit welchem eine Aufnahme erfolgt, und
3. mit der Verkleinerung der Blendungsöffnung bei Objectiven von gleicher wahrer Brennweite und umgekehrt.

X. Bildpunkt seitlich der Achse.

Wir haben gesehen, dass Bildpunkte seitlich der Achse stets auf Hauptstrahlen liegen müssen, welche letztere alle aus einem Punkte, dem Hauptpunkte zu kommen scheinen, wenn richtig gezeichnete Bilder entstehen sollen. Bei der Kugel ist dies von selbst der Fall, bei anderen Systemen muss die Anordnung der Linsen so getroffen werden, dass dies ebenfalls eintritt.

Schon bei der Berechnung des Bildpunktes in der Achse kann man sich der richtigen Lage der Hauptpunkte versichern, wenn man in Bezug auf Farben dafür sorgt, dass zwei farbige Strahlen sich nicht nur in

einem Punkte der Achse schneiden (den gleichen Brennpunkt haben), sondern dass sie auch denselben Hauptpunkt ergeben. Wir haben oben schon gesehen, wie der Hauptpunkt construirt wird, wenn man den Gang eines nahe der optischen Achse und parallel zu ihr einfallenden Strahles durch das System kennt.

Sind für ein System für zweierlei Farben Brennpunkt und Hauptpunkt dieselben, so sind die wahren Brennweiten gleich und werden die verschiedenfarbigen Bilder in derselben Ebene liegen und gleich gross sein.

Sind die Brennpunkte verschieden, so liegen die Bilder in verschiedenen Bildebenen; sind dagegen die wahren Brennweiten infolge der Lage der Hauptpunkte verschieden, so sind die verschiedenfarbigen Bilder ungleich gross (dasjenige, welches die grössere Brennweite besitzt, ist grösser) und es entstehen gegen den Rand des Gesichtsfeldes hin farbige Ränder; die Farbe mit der längeren wahren Brennweite bildet

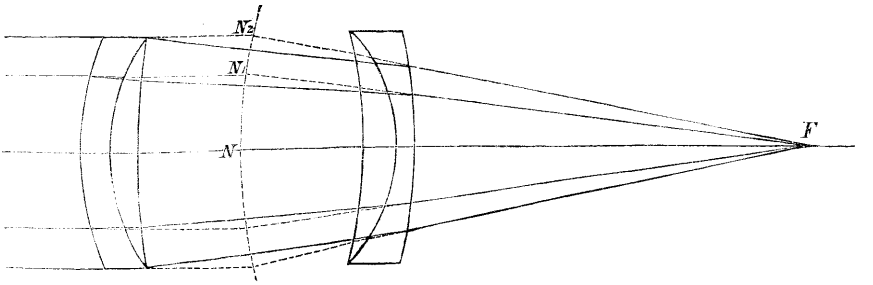


Fig. 8.

den äusseren, die mit der kürzeren den inneren Saum der Bilder, wodurch selbstverständlich wieder die Deutlichkeit der Bilder alterirt wird.

In Bezug auf Verzerrung hat man darauf zu achten, dass für einen Rand- und Achsenstrahl nicht nur der Brennpunkt der nämliche ist, sondern auch gleichzeitig die wahre Brennweite die nämliche wird. Dies ist der Fall, wenn die parallel zur Achse in grösserer Entfernung von derselben einfallenden Randstrahlen so gebrochen werden, dass die Hauptpunkte auf einer Kugelfläche liegen, welche aus dem Brennpunkte mit der wahren Brennweite als Halbmesser gezogen wird (Fig. 8).

Nur wenn der Achsenstrahl und der Randstrahl gleiche wahre Brennweite haben, gehören die Strahlen, welche auf die Mitte des Systems und jene, welche auf den Rand desselben auffallen, einem gleich grossen Bilde an und nur unter dieser Bedingung wird ein Bild eines seitlich gelegenen Objectpunktes symmetrisch.

Um aber einen seitlich von der Achse gelegenen Bildpunkt so kennen zu lernen, dass man auf Deutlichkeit und Bildfläche für ein

grösseres Gesichtsfeld schliessen kann, muss auch ein schräg zur Achse einfallender Strahlencylinder, der symmetrisch um einen Hauptstrahl durch die Blendung geht, berechnet werden. Die Blendung muss an jener Stelle stehen, an welcher die Hauptstrahlen kreuzen. Die Lage dieser Stelle gegen die Linsen bedingt: 1. wie gross das Gesichtsfeld ist, welches das System erzeugt, d. h. welches der Hauptstrahl von

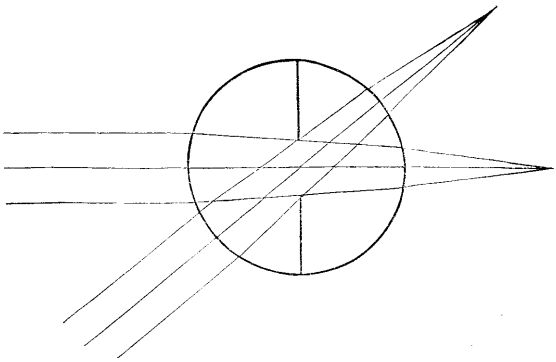


Fig. 9. Kugel.

grösster Neigung gegen die Achse ist, welcher noch passiren kann; 2. ob und wie schnell die Helligkeit gegen den Rand abnimmt; eine Abnahme tritt dadurch ein, dass die schräg einfallenden Lichtbüschel allmählich abgeblendet werden.

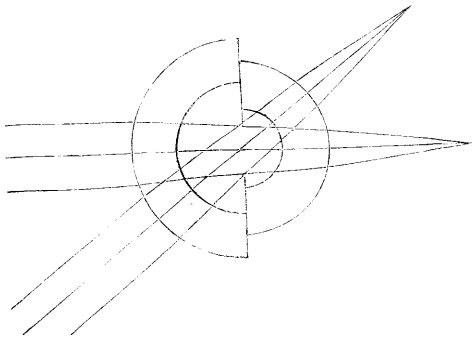


Fig. 10. Monocentrisches System.

Ist das System eine Kugel (Fig. 9) oder ein nur monocentrisches (Fig. 10), so gehen, falls die Blende im Mittelpunkt angebracht wird, noch Lichtcylinder unter sehr grossen Winkeln mit gleicher Helligkeit durch dasselbe. Haben aber die Linsen kleine Oeffnungen und sind sie weit von richtigen Blendungsstellung entfernt, so wird der schräg einfallende der Cylinder bald abgeschnitten (siehe Fig. 11 und 12) oder geht gar nicht

mehr durch die Linsen, und es ist leicht ersichtlich, dass ein schräg einfallender Cylinder unter um so grösserem Winkel ungeschmälert durch das System geht, je grösser die Oeffnungen der Linsen sind und je näher sie der Blendung stehen (Fig. 13). Bei aplanatischen Systemen

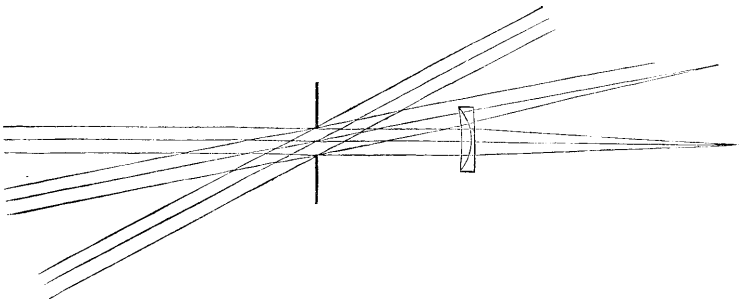


Fig. 11.

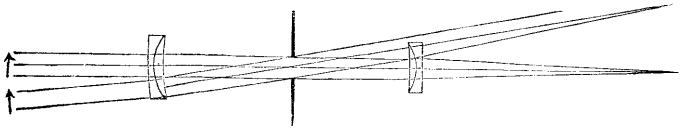


Fig. 12.

wird daher unter sonst gleichen Umständen dasjenige die gleichmässigste Helligkeit über das ganze Gesichtsfeld geben, bei welchem der Abstand der Linsen von einander am geringsten ist (Fig. 14).

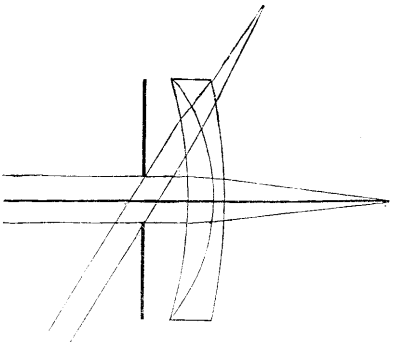


Fig. 13.

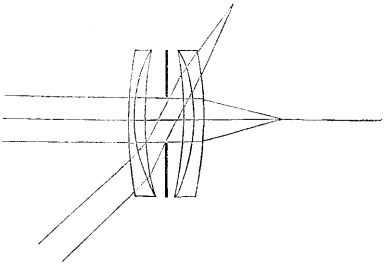


Fig. 14.

Kehren wir jetzt zu unserem schräg einfallenden Strahlencylinder zurück, welcher das Bild seitlich von der optischen Achse erzeugt, so kann dieser ganz unsymmetrische und verzerrte Bilder eines seitlich gelegenen Objectpunktes geben, wenn die oben als nothwendig bezeichneten Bedingungen über gleiche wahre Brennweiten des Systems

für Mitte und Rand, sowie für zweierlei Farben nicht erfüllt sind. In diesem Falle kann auf den seitlich von der Achse liegenden Bildpunkt nicht sicher eingestellt werden und es ist auch nicht möglich, die Bildfläche mit einiger Sicherheit anzugeben; deshalb sollen die Betrachtungen über Deutlichkeit des Randbildes und über Krümmungen der Bildflächen sich nur auf solche Fälle beziehen, in welchen obige Bedingungen erfüllt sind.

Es soll OF die optische Achse. $O_1 F_1$ der Hauptstrahl des schräg einfallenden Cylinders sein (Fig. 15); legt man senkrecht zum Hauptstrahl eine Ebene LM, welche den Cylinder durchschneidet, so erscheint, wie Fig. 16 zeigt, der Mantel des Cylinders als Kreis $O_2 O_3 O_4 O_5$.

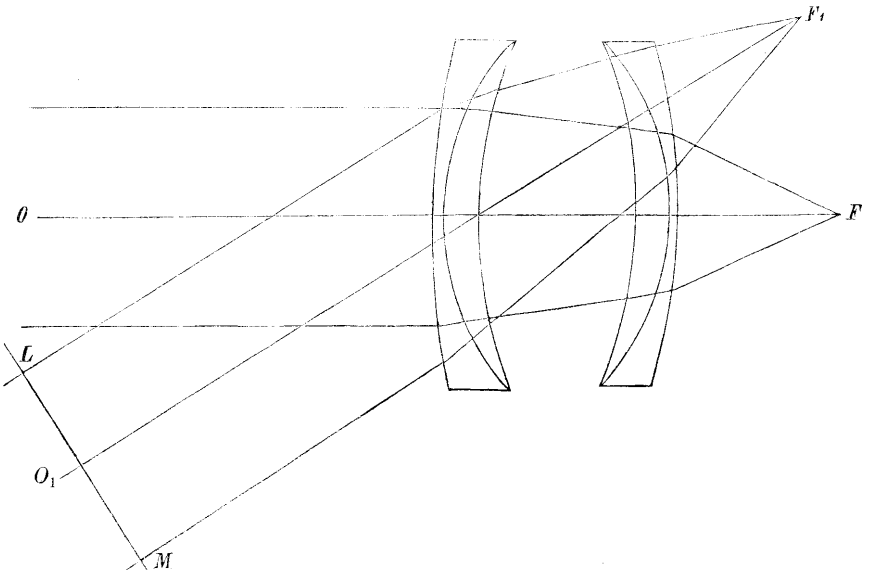


Fig. 15.

während in O_1 der Hauptstrahl diese Ebene schneidet. Die Strahlen des schräg einfallenden Büschels gehören zwei Kategorien an, sie sind entweder Strahlen ausser der Achse in der Achsenebene oder Strahlen ausser der Achse und ausser der Achsenebene. Erstere sind solche Strahlen, bei welchen alle Brechungen in derselben Ebene erfolgen und zwar in einer Ebene, welche die optische Achse und den Hauptstrahl enthält. In unserer Figur ist dieselbe durch die Linie $O_2 O_1 O_4$ dargestellt. Von den Strahlen ausser der Achse in der Achsenebene wählen wir zum Studium des Bildpunktes drei aus, nämlich den Hauptstrahl O_1 und die im Mantel des Cylinders liegenden Strahlen O_2 und O_4, welche der obere und untere Randstrahl heissen und unsymmetrisch gebrochen

werden; sie schneiden sich auf dem Hauptstrahl, wenn die Bedingung gleicher wahrer Brennweite für Mitte und Rand des Systems erfüllt ist.

Alle Strahlen des schräg einfallenden Cylinders ausser den auf der Linie $O_2 O_1 O_4$ liegenden sind Strahlen ausser der Achse und ausser der Achsenebene und werden paarweise symmetrisch gebrochen, die beiden zusammengehörigen Strahlen liegen in Fig. 15 stets auf einer durch O_1 gezogenen Linie, gleichweit von O_1 entfernt, z. B. O_3 und O_5. Wird einer von diesen gerechnet, so kennt man auch die Lage des anderen, weil sie symmetrisch gegen den Hauptstrahl liegen. Schneiden die Strahlen ausser der Achse in der Achsenebene und jene ausser der Achse und ausser der Achsenebene den Hauptstrahl in verschiedenen Punkten, also in verschiedenen Abständen vom Hauptpunkte, so ist Astigmatismus vorhanden; er lässt sich erkennen, wenn man mit einem Objective auf einen seitlich von der Achse liegenden künstlichen Stern einstellt und die matte Scheibe verschiebt. Der Stern wird alsdann in bestimmtem Abstande von der letzten Fläche als Linie gegen die Achse, in einem anderen als Linie senkrecht auf der ersteren und in der Mitte zwischen beiden Abständen als rundes Scheibchen erscheinen.

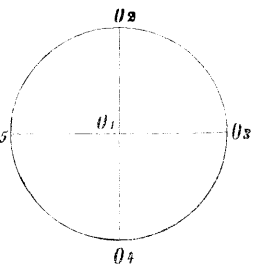


Fig. 16.

Zur Bestimmung der Bildfläche wird derjenige Abstand gewählt, in welchem die beiden Strahlenpaare ein rundes Bild geben. Liegt

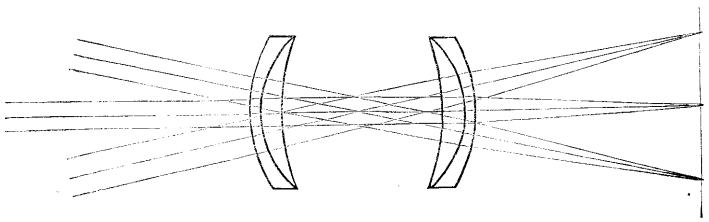


Fig. 17.

dieses runde Bild in der im Bildpunkte errichteten verticalen Ebene, so ist das Bild eben; liegt das runde Bild näher an der letzten Fläche, so heisst es erhaben und man muss von der Einstellung in der Achse aus hineinstellen, um das Randbild möglichst deutlich zu bekommen. Liegt das runde Bild weiter von der letzten Fläche entfernt als die Einstellebene in der Achse, so heisst die Bildfläche hohl und man muss, um das Randbild einzustellen, die Einstellplatte herausziehen. Je grösser die Entfernung ist, in welcher sich die beiden oben angenommenen

Strahlenpaare auf dem Hauptstrahle schneiden, um so grösser ist der Fehler des Astigmatismus und um so undeutlicher wird das möglichst gut eingestellte Randbild. Ist kein Astigmatismus vorhanden, so sind die Randbilder deutlich und auch eben, falls, wie oben gesagt, die deutlichste Einstellung fürs Randbild in der Bildebene liegt, welche im Bildpunkte in der Achse errichtet wird.

Fig. 17 stellt ein ebenes, Fig. 18 ein erhabenes und Fig. 19 ein hohles Bild dar; letzteres ist in der Praxis unbrauchbar, weil am Rande

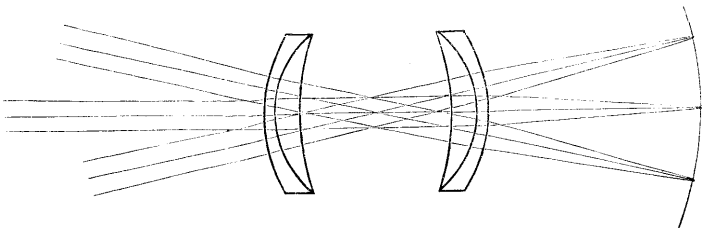


Fig. 18.

Objecte in keiner Distanz deutlich erscheinen, während beim erhabenen Bilde, wenn kein Astigmatismus vorhanden, deutliche Bilder in der Mitte und am Rande der ebenen Platte gleichzeitig erhalten werden können, wenn das Object, welches am Rande abgebildet wird, dem Objective näher liegt als das Object, welches in der Achse abgebildet wird.

Die Stärke der Bildkrümmung lässt sich durch den Halbmesser desjenigen Kreises ausdrücken, welcher durch den Bildpunkt in der

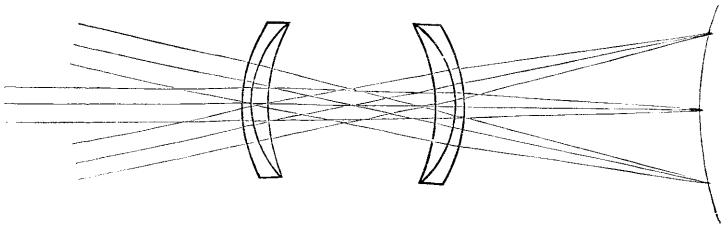


Fig. 19.

Achse und zwei gleichweit von diesem liegende Bildpunkte ausser der Achse gelegt werden kann. Ein vom Massstabe des Objectives unabhängiges Urtheil über die Bildkrümmung gibt ein Bruch, dessen Zähler der Krümmungsradius des Bildes, und dessen Nenner die wahre Brennweite des Objectives ist. Diesen Bruch reducirt man auf einen Bruch mit dem Zähler 1, indem man Zähler und Nenner durch den Radius der Bildkrümmung dividirt. Je grösser der Werth dieses Bruches wird, um so flacher ist das Bild.

Kennt man den Abstand der Ebenen, in welchen der Bildpunkt in der Achse und zwei gleichweit von der Achse entfernte Bildpunkte ausser der Achse liegen, so lässt sich nach den oben angegebenen Formeln, für gegebene Entfernung des Objectes in der Achse, die Entfernung des Objectes rechnen, welches so fürs Randbild wirkt, dass beide Bilder auf der Bildplatte deutlich erscheinen.

Für die Krümmung der Bilder und den Astigmatismus derselben sind die Dicken von grosser Bedeutung, wie auch bedeutende Aenderungen der Linsenformen nothwendig werden, wenn man Bildkrümmung und Astigmatismus einer Construction verbessern will. Da gleichzeitig so viele Elemente berücksichtigt werden müssen, so werden sich möglichst gute Constructionen nur durch langwierige Berechnungen finden lassen, und werden auch nur dann in gleich guten Exemplaren hergestellt werden, wenn bei kleinen Aenderungen der Glasarten, deren Auswahl ebenfalls ein wichtiges Element einer Construction bildet, die nothwendigen Aenderungen an Halbmessern, Abständen und Dicken rechnerisch bestimmt werden.

XI. Reflexbilder.

Die Wahl guter Constructionen wird noch des weiteren beschränkt durch die nothwendige Rücksichtnahme auf den Gang der an den polirten Flächen reflectirten Strahlen. Von dem Lichte, welches von einem Gegenstande ausgehend auf das Objectiv fällt und nach den verschiedenen Brechungen durch dasselbe zum Bilde vereinigt werden soll, kehrt an jeder polirten Fläche ein Theil um und zwar ein um so grösseres, je krümmer die Fläche, je höher der Brechungsexponent des Glases ist, welches die betreffende Fläche begrenzt. Dieses an jeder trennenden Fläche umkehrende Licht geht für das Bild verloren und bildet einen weiteren Factor, der die Helligkeit der Objective bei gleichem Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite beeinflusst; je mehr trennende Flächen zwischen Luft und Glas ein Objectiv besitzt, um so mehr Licht, welches zur Entstehung des Bildes mitwirken sollte, geht verloren. Hat das Licht mehrere solche Flächen nach einander zu passiren, so tritt noch ein weiterer Uebelstand ein, indem ein Theil des Lichtes, welches an der zweiten Fläche umkehrt, an der ersten Fläche nochmals reflectirt wird und in der Richtung gegen das Bild weiter geht. Dieses Licht, welches an der ersten Fläche gebrochen, an der zweiten und ersten im Innern der Linse reflectirt und von der nachfolgenden Fläche wieder gebrochen wird, entwirft ein, wenn auch sehr schwaches Bild. Es hängt von der Construction ab, wo dieses Bild liegt und welches seine Brennweite ist. (Bei genauer Untersuchung von Con-

structionen müssen daher Lage und Brennweite solcher Nebenbilder bestimmt werden.) Sind die Brennweiten der Combinationen, welche die Nebenbilder geben, sehr kurz, und liegt das Bild sehr weit von der matten Platte ab, so ist die Wirkung keine störende. Sind aber die Brennweiten sehr lang und liegen die Bilder nahe an der Einstellplatte, so bleibt das falsche Licht concentrirt, und wirkt um so störender, je mehr solche falsche Bilder zusammenwirken. Die Anzahl solcher Bilder, welche jede Fläche bedingt, ergibt sich direct aus der Zahl der Flächen, welche ihr vorausgehen.

Es wird also die erste Fläche kein solches falsches Bild erzeugen, da ihr keine Fläche vorausgeht, die zweite 1, die dritte 2, die vierte 3, die fünfte 4, die sechste 5 etc.; es wird somit eine Linse (zwei Flächen) nur ein solches Reflexbild, zwei Linsen (4 Flächen) deren 6, drei Linsen (6 Flächen) deren 15 haben. Verkittete Flächen, bei welchen das Licht von Glas durch ein verbindendes Medium mit fast gleichem Brechungsexponenten in Glas geht, reflectiren nur sehr wenig Licht und können ausser Betracht bleiben, während die Menge des falschen Lichtes, wie man sieht, mit der Zahl der getrennt stehenden Flächen sehr rasch wächst. Dieses falsche Licht wirkt um so störender, je greller die Beleuchtung ist; bei Aufnahmen im Freien also ungleich mehr als bei Aufnahmen im Atelier. Es wird also wiederum bei Objectiven mit gleicher Oeffnung und Brennweite dasjenige mit weniger getrennt stehenden Linsen entschieden vorzuziehen sein, und unter Objectiven mit gleicher Anzahl getrennt stehender Linsen wird man dasjenige wählen müssen, welches kürzere Brennweiten für die falschen Bilder hat.

XII. Anwendung von Prismen, um rechts und links im Bild zu vertauschen.

Beim photographischen Druckverfahren ergibt sich die Aufgabe, im Bilde rechts und links zu vertauschen, um bei den Drucken dem Original entsprechende Bilder zu erhalten. Diese Aufgabe kann dadurch gelöst werden, dass man die Collodionschicht von der Platte loslöst und umkehrt, wobei aber ein grosser Theil der Aufnahmen verloren geht. Will man diesem Uebelstand vorbeugen, so gibt es noch eine zweite Methode, welche darin besteht, dass die Aufnahme mit Benutzung eines rechtwinkeligen Prismas vor dem Objective gemacht wird. Es handelt sich alsdann darum, die Grösse dieses Prismas in den einzelnen Fällen zu bestimmen.

Um das Prisma wählen zu können, ist es nöthig, die wirksame Oeffnung des verwendeten Objectives und das benutzte Gesichtsfeld zu kennen. Man stellt ein Bild, welches reproducirt werden soll, in der

verlangten Grösse direct (ohne Prisma) ein, misst die Distanz der Blendung vom eingestellten Object, ebenso die Distanz der Blendung von der ersten Objectivfläche, den Durchmesser der Blendung und den diagonalen Durchmesser des Objectes. Der Durchmesser des Objectes dividirt durch die Entfernung des Objectes von der Blende, in der Achse gemessen, gibt eine Zahl, mit welcher man aus der Tabelle Seite 13 den Gesichtsfeldwinkel ablesen kann. Die Zahl, welche in eben derselben Tabelle einem gewissen Gesichtsfeldwinkel entspricht, multiplicirt mit der Entfernung der ersten Fläche von der Blende und hierzu der Blendendurchmesser addirt, gibt die wirksame Oeffnung des Objectives, mit welcher die in Frage stehende Aufnahme gemacht wird. Diese wirksame Oeffnung kann viel kleiner sein als der Durchmesser der ersten Objectivfläche und wird um so kleiner, eine je kleinere Blende angewendet wird. Hat man in dieser Weise für einen gegebenen Fall den benutzten Gesichtsfeldwinkel und die benutzte wirksame Oeffnung des Objectives bestimmt, so kann man aus nachstehender Tabelle den Durchmesser der Kathetenfläche eines kleinsten rechtwinkeligen Prismas, mit welchem die Aufnahme gemacht werden kann, entnehmen. Es wird sich hierbei zeigen, dass die nothwendige Oeffnung der Kathetenfläche grösser ist als die benutzte wirksame Oeffnung des Objectives, und zwar, dass sie um so rascher wächst, je grösser der Gesichtsfeldwinkel ist.

Tabelle zur Entnahme der Grösse von Umkehrprismen.

Gesichtsfeldwinkel der Aufnahme	Wirksame Oeffnung der Kathetenfläche für 10 mm wirksamer Objectiv-Oeffnung	Gesichtsfeldwinkel der Aufnahme	Wirksame Oeffnung der Kathetenfläche für 10 mm wirksamer Objectiv-Oeffnung	Gesichtsfeldwinkel der Aufnahme	Wirksame Oeffnung der Kathetenfläche für 10 mm wirksamer Objectiv-Oeffnung
2°	10,23	32°	15,72	62°	34,45
4°	10,47	34°	16,31	64°	37,45
6°	10,73	36°	16,94	66°	41,02
8°	11,00	38°	17,62	68°	45,33
10°	11,28	40°	18,37	70°	50,67
12°	11,58	42°	19,18	72°	57,43
14°	11,89	44°	20,06	74°	66,26
16°	12,22	46°	21,04	76°	78,31
18°	12,57	48°	22,11	78°	95,68
20°	12,94	50°	23,30	80°	122,92
22°	13,33	52°	24,62	82°	171,70
24°	13,75	54°	26,11	84°	284,49
26°	14,19	56°	27,79	86°	822,91
28°	14,67	58°	29,70	87° 3′ 18″	∞
30°	15,17	60°	31,90		

In der Tabelle, welche für Prismen aus einem sehr weissen Crownglase gerechnet ist, wurde die wirksame Oeffnung des Objectives zu 10 mm angenommen und sind die Oeffnungen der Kathetenflächen angegeben, welche für die voranstehenden Gesichtsfeldwinkel nothwendig sind. Hat man bei einem Objective eine andere wirksame Oeffnung, so muss mit demselben Factor, welcher diese auf 10 bringt, die in der Tabelle angegebene nothwendige Oeffnung der Kathetenfläche multiplicirt werden, um die geringste Grösse des Prismas zu finden, welches im gegebenen Falle angewandt werden kann. Grössere Prismen sind anwendbar, kleinere nicht, weil bei diesen durch zweimalige Spiegelungen im Prisma falsche Bilder entstehen, deren Licht gegen die matte Platte geht und die Randpartien des Bildes decken wird.

ZWEITES CAPITEL.

GESCHICHTLICHES ÜBER CAMERA UND OBJECTIVE.

In einer wohlverdunkelten Kammer (Fig. 20), in welche das Licht durch eine kleine Oeffnung fällt, bilden sich die äusseren Gegenstände auf einer weissen Wand, welche man hinter dieser Oeffnung aufstellt, ab, eine Thatsache, die schon länger als drei Jahrhunderte bekannt ist. Einige behaupten, die Camera obscura sei schon von dem englischen Franciskanermönch Roger Bacon im 13. Jahrhundert erfunden worden (?). Cesarino, der 1521 zu Como einen Commentar zum Vitruvius erscheinen liess, schreibt aber die Erfindung einem Benedictinermönch, Dom Panuce, zu. Diese Angabe ist nicht unglaubwürdig, da in den unedirten Manuscripten Leonardo da Vinci's († 1519) die Camera obscura sich schon beschrieben findet. Dies ist allerdings die älteste sichere Angabe über die Camera obscura, weil aber L. da Vinci sich selbst die Erfindung nicht beilegt, so wäre es möglich, dass dieselbe dem Dom Panuce angehört. Im Jahre 1540 bediente sich Erasmus Reinhold der Camera, um eine Sonnenfinsterniss zu beobachten. Hieraus geht hervor, dass der neapolitanische Mathematiker Johann Baptiste Porta (* 1538, † 1615) nicht der erste Erfinder der Camera ist, was oftmals angegeben wurde. Wahrscheinlich hat Porta diese Erfindung von Neuem gemacht oder durch jemand Anderen Kenntniss davon erhalten, aber so viel ist gewiss, dass Porta in der ersten Ausgabe seiner „Magia naturalis" 1553 die Camera ohne Linse beschrieb, und in der späteren Ausgabe 1589 die Erfindung der Camera mit einer Linse oder einem Hohlspiegel bekannt machte. Damals waren

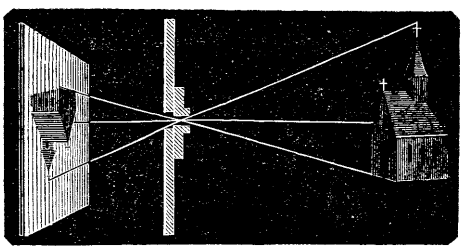


Fig. 20. Bild in der Lochcamera.

ganze Zimmer als Cameras eingerichtet. — Die tragbare kleine Camere obscura wurde 1679 von Robert Hooke beschrieben und Marco Antonio Cellio gab 1687 eine tragbare Camera an, die vorzüglich dazu diente, Kupferstiche, Gemälde und Schattenrisse geschwinde abzuzeichnen. Dass das Bild in der Camera obscura nicht immer die Natur absolut genau wiedergibt, sondern häufig in der Perspective täuscht. bemerkte Georg Büsch 1775 [1])

Schon im 18. Jahrhundert war die Camera obscura fast ausschliesslich unter Benutzung einer Sammellinse verwendet worden.

Bei den durch gewöhnliche Sammellinsen erzeugten Bildern tritt eine Undeutlichkeit hervor, welche darin ihren Grund hat, dass das Licht verschiedener Farben verschiedene Brechbarkeit hat; die violetten Strahlen convergiren stärker als die rothen (s. Seite 20).

Bei jeder Entfernung, welche kleiner ist als die Brennweite für Strahlen mittlerer Brechbarkeit, erhält man als Bild eine weisse Scheibe. die mit einem rothen Rande umgeben ist; in Abständen, die grösser sind als die mittlere Brennweite, dagegen eine weisse Scheibe, die von einem blau-violetten Rande umgeben ist. — Diese schon von dem Abt Franciscus Mourolycus 1575 für Kugeln beobachtete und 1604 von Keppler genauer studirte Erscheinung lässt sich durch passende Combination verschiedener Glaslinsen (z. B. Flint- und Crownglas) beseitigen, wie schon Dollond 1758 zeigte.

Schon Johann Baptist Porta bediente sich im 16. Jahrhundert als Objectiv einer planconvexen Linse, deren convexe Seite er dem Auge des Beschauers zuwendete — also die plane Seite gegen das Object richtete. Diese Linsenform, welche günstiger als die biconvexe ist. verdrängte die letztere Form allmählich.

Die Einführung des Meniscus als Objectiv für die Camera verdanken wir Wollaston, welcher am 11. Juni 1812 der „London Society" ein Memoire über die Vortheile dieser Linsenform gegenüber der biconvexen oder planconvexen Linse übergab.

Wollaston machte das Objectiv periscopisch, d. h. er nahm einen concav-convexen Meniscus, dessen concave Seite dem Object zugekehrt war und von welchem die Radien der Krümmungsflächen, zufolge der Erfahrungen von Cauchoix, wie 5 zu 8 sich verhalten sollten; die Brennweite variirte zwischen 20 und 30 Zoll. In der That gibt der Meniscus eine viel grössere scharfe Bildfläche. Bei Anwendung einer Blende $\frac{f}{30}$ erhält man ein Bild $= 1/4$ der Brennweite.

1) Eine ausführliche Beschreibung dieses Capitels der Entwickelungsgeschichte der photographischen Apparate gedenke ich später folgen zu lassen (Eder).

Diese Form und die ältere planconvexe Linse war die Construction der einfachen Objective zur Zeit der Entdeckung der Daguerreotypie im Jahre 1839.

Fig. 21 zeigt die Form der von Daguerre im Jahre 1839 gelegentlich der ersten Publication der Daguerreotypie beschriebenen Camera, sammt Objectiv (*J*). Die Camera bestand aus zwei übereinander verschiebbaren Holzkästchen (*D*), welche bei *H* festzustellen waren. Hinter der Visirscheibe *A* befand sich ein Spiegel (*BF*), welcher bewirkte, dass der Beschauer das verkehrte Visirscheibenbild aufrecht erblickte.

Die ersten Objective zur Daguerreotypie erzeugte Chevalier, der anfangs für Daguerre eine einfache Linse anfertigte[1]); die Form derselben geht deutlicher aus Fig. 22 hervor.

Die älteren von Daguerre verwendeten einfachen Linsen hatten meistens eine Oeffnung von 3 Zoll und etwa 16 Zoll Brennweite, welche jedoch durch ein vorgesetztes, in 3 Zoll Entfernung von der Linse gestelltes Diaphragma auf einen Zoll reducirt wurde[2]).

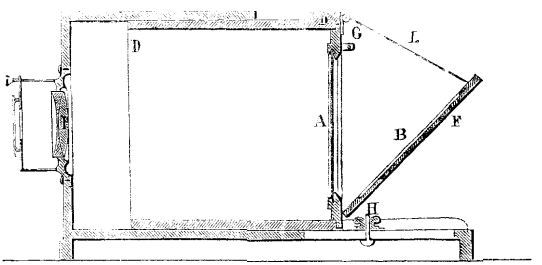


Fig. 21.

Daguerre exponirte im Jahre 1839 20 Minuten mit solchen einfachen, beiläufig zweizölligen Linsen. Townson, der grössere Linsen vorschlug und genauere Correctur des Brennpunktes vornahm, brachte es dahin, dass Draper in New-York 1840 das erste Porträt einer lebenden Person erhielt[3]). Die mit 10 bis 20 Minuten aufgenommenen Porträte waren aber immer nur verwaschene und undeutliche Umrisse, da sich während der langen Zeit die zu porträtirende Person niemals in einer freien ungezwungenen Haltung behaupten konnte.

Bis zur Entdeckung der Daguerreotypie war man der Ansicht, dass eine für unser Auge achromatisirte Linse auch für photographische Zwecke eine hinlängliche Achromasie besitze. Der erste, welcher beobachtete, dass der optische Brennpunkt einer derartigen Linse mit dem

1) Chevalier hatte mehrmals in Abhandlungen in der „Société d'encouragement" in Paris auf die Vortheile des Meniscus hingewiesen und auch das Reflexionsprisma damit combinirt (Chevalier, Mélanges photographiques. Paris, 1844. Siehe auch Eder's Ausführl. Handbuch d. Photogr. Geschichte. I. Band, 1. Abth., S. 115).

2) Petzval, Bericht über die Ergebnisse einiger dioptrischer Untersuchungen. 1843. S. 1.

3) Krüger, Vademecum der Photographen. 1858. S. 4.

chemischen Brennpunkt der „photographisch wirkenden" Strahlen nicht identisch ist, war Townson, welcher im Jahre 1839 darüber im „Philos. Magazin" (Bd. 15, S. 381) schrieb.

Ausführlicher befasste sich Claudet (1844) und Cundell (1844[1]) mit diesem Gegenstande und gaben eine Tabelle über die verschiedene Lage des chemischen und optischen Brennpunktes oder, wie man auch kurzweg sagt, des „chemischen Focus".

Claudet machte, wie erwähnt, am 20. Mai 1844 auf die Verschiedenheit der Lage des optischen und photographischen Brennpunktes — foyer optique und foyer photogenique oder chimique — aufmerksam und kam 1849 und 1850 auf den Gegenstand zurück[2]); er bemerkte, es sei durch die Construction (Aenderung der Krümmungsverhältnisse) der Linsen nicht möglich, dies Zusammenfallen beider völlig zu bewirken, da für verschiedene photographische Präparate die wirksamsten Strahlen im Spectrum sehr weit auseinanderliegen können. Z. B. habe ein Objectiv für gelb jodirte Silberplatten (Daguerreotypplatten) eine andere beste Brennweite, wie etwa für Bromsilberpapier, während das Auge in beiden Fällen das schärfste Bild in derselben Entfernung vom Objectiv erhält. Das einfachste Mittel bleibe bis jetzt, zu ermitteln, wie viel man für ein bestimmtes Präparat die optische Brennweite des Objectives zu corrigiren habe[3]). Auch Zantedeschi und Borlinetto fanden 1856 dasselbe und gaben an, dass die relative Lage des „chemischen Brennpunktes" und des „optischen" in verschiedenen Stunden des Tages wechsle. Sie wollten auch die Wärmestrahlen von den chemischen Strahlen trennen[4]), welches letztere aber ziemlich belanglos ist.

Lerebours und Secretan fanden im Jahre 1849[5]), dass ein Objectiv, welches beim Daguerreotyp-Verfahren keinen chemischen Focus

---

1) Philos. Magaz. Bd. 25, S. 24; Bd. 25, S. 173. Dingler's Journ. Bd. 92, S. 371.

2) Compt. rendus. Bd. 18, S. 954.

3) Vergl. die späteren Abhandlungen Claudet's (Compt. rend. 18. Octobr. und 20. Dec. 1847 und 1851. Bd. 32, S. 130). — Ferner Recherches sur la theorie des principaux phenomènes de photographie par Claudet. Paris 1849; aus „Nouvelles recherches sur la différence entre les foyers visuels et photogénique et sur leur constante variation. 1851. Paris. — Vergleiche auch den Bericht Claudet's in „Revue Photographique". 1857. S. 250.

4) Sitzungsberichte der Wiener Acad. der Wissensch. Bd. 21, S. 521. Horn's Phot. Journ. Bd. 7, S. 75.

5) Lerebours und Secretan: „Recherches sur la théorie des principaux phénomènes de photographie" 1850; „Nouvelles recherches sur la différence entre les foyers visuel et photogénique". Beiden Publicationen lagen Vorträge Claudet's zu Grunde. (Kreutzer's Jahrber. f. Photogr. 1857. S. 437.)

zeigte, eine leichte Differenz für das nasse Verfahren ergab, was durch die verschiedene Lage des Maximums der Empfindlichkeit gegen farbige Strahlen bei verschiedenen lichtempfindlichen Präparaten verursacht ist.

Die damals bekannten Glassorten (Crown- und Flintglas) gestatteten der mathematischen Optik nur eine beschränkte Anzahl von verwendbaren Linsensystemen. Im Jahre 1886 wurde mit Hilfe der deutschen Regierung eine Glasschmelzerei von Dr. Schott in Jena begründet, welche, unter Mitwirkung von Prof. Abbé, das Material zu neuen Linsensystemen boten; diese Gläser wurden unter Anwendung neuer Glassätze (mittels Zusatz von Baryt, Zink, Phosphorsäure, Borsäure etc.) hergestellt und gestatten die Erreichung besserer Achromasie, eines ausgedehnteren Bildfeldes etc. etc. Die Einführung dieser Gläser brachte vom Jahre 1886 und 1888 angefangen einen Aufschwung in der Erzeugung photographischer Objective hervor (s. u.) und es war Dr. Steinheil, welcher im Jahre 1886 einen Aplanat (No. 16147) mit Specialgläsern erzeugte und ablieferte, dann die Firma Voigtländer & Sohn in Braunschweig, welche im Jahre 1888 die ersten aus den Jenenser Specialgläsern construirten Euryscope veröffentlichte.

Die Einführung von photographischen Doppel-Objectiven, welche sowohl in Bezug auf Correctheit der Zeichnung als auch auf Lichtkraft den einfachen Linsen überlegen sind, nahm im Jahre 1840 ihren Aufschwung.

Prof. Josef Petzval in Wien und der Optiker Ch. Chevalier in Paris beschäftigten sich 1840 gleichzeitig und unabhängig von einander mit der Construction zusammengesetzter photographischer Objective.

Josef Petzval, Professor der Mathematik in Wien, beschäftigte sich, angeregt durch Ettingshausen in Wien, im Verlaufe des Winters 1840 mit Untersuchungen über die Objective, deren erstes practisches Ergebniss die Berechnung eines Porträt-Objectives war [1]). Die Resultate dieser Berechnungen übergab Petzval im Jahre 1840 dem Optiker Voigtländer in Wien, welcher damit 1841 in die Oeffentlichkeit trat, nachdem der nachmalige Bibliothekar Martin die ersten gelungenen Porträtaufnahmen gemacht hatte. Diese Objective wurden später unter

---

1) Petzval, Bericht über die Ergebnisse einiger dioptrischer Untersuchungen. Sept. 1843. — Auf Befehl des Generaldirectors Erzherzog Ludwig unterstützten zwei Oberfeuerwerker und acht im Rechnen geübte Bombardiere des österreichischen Bombardier-Corps, sowie sein Assistent Reisinger durch mehrere Jahre Prof. Petzval bei seinen Berechnungen.

dem Namen der Petzval'schen oder, nach ihrem ersten Erzeuger, der Voigtländer'schen Porträt-Doppelobjective bekannt.

Petzval förderte die Photographie mächtig durch die Berechnung seines lichtstarken Objectives, welches die bis dahin gebräuchlichen einfachen Linsen an Lichtkraft bedeutend übertraf. Die Linsen waren so lichtstark (10 mal lichtstärker als die besten damals gebräuchlichen), dass es eigentlich erst durch die nunmehr wesentlich abgekürzte Belichtung möglich wurde, das Gesicht einer Person ohne Schwierigkeit zu porträtiren[1]).

Professor Dr. Josef Petzval wurde am 6. Januar 1807 in Bela, einem Dorfe in der Zips im nördlichen Ungarn von deutschen Eltern geboren. Er studirte und promovirte an der Pester Universität, an welcher er im Jahre 1832 suplirender, 1835 wirklicher Professor der höheren Mathematik wurde. Bereits im darauffolgenden Jahre erhielt er die ordentliche Professur desselben Faches an der Wiener Universität, welche vor ihm J. J. von Littrow und A. v. Ettingshausen bekleidet hatten, und welche er bis 1884 verwaltete. Unter seinen Schülern haben sich viele später als Mathematiker ausgezeichnet, so der Maschinenbauer v. Schmidt, der Technologe Ignaz Heger, der Mathematiker Pr. Kolbe, der Musiker Josef Dertfel, der Physiker Oskar Simony, Dr. A. Steinheil etc.

Unter seinen theoretischen Arbeiten sind die hervorragendsten: 1. die von der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien 1851 bis 1859 herausgegebene Schrift, „Integration der linearen Differentialgleichungen mit constanten und veränderlichen Coëfficienten", zwei Bände, 4^0. 416 und 686 Seiten; 2. die in den Denkschriften derselben Akademie erschienene Abhandlung über das Princip der Erhaltung der Schwingungsdauer. Er hat auch wiederholt über die Ergebnisse seiner theoretischen und practischen Untersuchungen auf dem Felde der Optik (Camera obscura, Fernrohr, Mikroscop) berichtet, vornehmlich in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie. In seiner kleinen, auf dem Kahlenberge nächst Wien errichteten optisch-mechanischen Werkstätte hat er zahlreiche und weittragende Versuche in Photographie, Beleuchtungslehre, Ballistik u. s. w. angestellt, deren mitunter sehr interessante Ergebnisse bisher leider nicht zusammengestellt sind.

Seine Thätigkeit auf dem Gebiete der photographischen Optik war bahnbrechend. Zur Zeit der Erfindung der Daguerreotypie bediente man sich einfacher achromatischer Linsen, welche stark abgeblendet werden mussten, um ein genügend deutliches Bild zu geben. Für die Ent-

1) Erste Beschreibung des Voigtländer'schen Apparates s. Dingler's Polytechn. Journ. 1841. Bd. 79, S. 80 und 83.

wickelung der Photographie war es von höchstem Werthe, eine aplanatische, sehr lichtstarke Linse zu construiren, welche bei voller Oeffnung deutliche und möglichst gleichmässig helle Bilder gibt. Diese Aufgabe stellte sich Petzval unmittelbar nach dem Bekanntwerden der Daguerreotypie und der französischen unvollkommenen Objective. Er kam durch geniale mathematische Untersuchungen zu seinem berühmten Porträt-Doppelobjective.

Prof. Petzval machte im Jahre 1840 die Bekanntschaft Friedrich von Voigtländer's und dieser führte das erste photographische Porträtobjectiv nach dessen Berechnungen aus, für welche Voigtländer die Brechungs- und Zerstreuungs-Indices der verwendeten Glassorten lieferte.

Die Petzval'sche Erfindung der lichtstarken Doppelobjective besass eine viel grössere Tragweite, als man zur Zeit der ersten Erfindung ahnte. Petzval's Verdienst ist ein so bewunderungswürdiges, als er seine ausgezeichnete Linsenconstruction, welche noch heute in Bezug auf Lichtkraft unübertroffen ist, auf rein rechnerischem Wege fand. Er berechnete auch damals schon ein anderes Objectiv, welches ein ausgedehntes scharfes und correcteres Bild gab, und erst 17 Jahre später unter dem Namen Orthoscop in die Oeffentlichkeit gebracht wurde[1]). Voigtländer hatte die Ausführung dieses, neue Bahnen brechenden Doppelobjectives mit einer Sachkenntniss, Energie und Ausdauer in Angriff genommen, die der Tragweite der Erfindung angemessen war und seinen Namen rasch in alle Welttheile trug[2]).

1) Petzval, Bericht über dioptrische Untersuchungen (Sitzber. d. Wiener Akad. d. Wissenschaften. 1857).

2) Friedrich Ritter von Voigtländer stammt aus der alten deutschen Familie Voigtländer, deren bedeutende Leistungen auf dem Gebiete der Optik sich weit über ein Jahrhundert hinaus verfolgen lassen. Friedrich von Voigtländer war im Jahre 1812 in Wien geboren, studirte am Wiener Polytechnikum und übernahm im Jahre 1835 das Geschäft seines Vaters und richtete sein Augenmerk auf die fernere theoretische Ausbildung; er beschäftigte sich mit der Berechnung der Brechungs- und Zerstreuungsverhältnisse der Glasmassen, was ihm bei der Ausführung der ersten photographischen Petzval-Objective grosse Dienste leistete.

Die Ausdehnung des Absatzes der Doppelobjective bewog ihn (1849) zur Errichtung eines zweiten Etablissement in Deutschland, nämlich in Braunschweig, während die Wiener Anstalt später aufgelassen wurde. Im Jahre 1867 fanden Voigtländer's Porträtobjective gelegentlich der Pariser Weltausstellung die vollste Anerkennung und es erhielt Voigtländer vom Kaiser von Oesterreich den Orden der eisernen Krone und die Erhebung in den Ritterstand, nachdem ihn der Kaiser schon früher durch Verleihung des erblichen Adels ausgezeichnet hatte. Nach dem Tode Friedrich Ritter von Voigtländer's führte sein Sohn das Etablissement in ausgezeichneter Weise fort und es wurden bis jetzt von dort aus über 41 000 Stück Objective in die Welt gesandt.

Der unbeugsame und geschäftlich völlig unpractische Geist Petzval's brachte ihn in Differenzen mit Voigtländer, mit welchem er anfangs zur Erzeugung der Porträtobjective in Verbindung gestanden hatte. Voigtländer erzeugte dann selbständig sehr gute Porträtobjective nach Petzval's System und verlegte seine berühmte Fabrik in der Folge von Wien nach Braunschweig. Petzval seinerseits trat mit dem Wiener Optiker Dietzler in Verbindung und dieser erzeugte Petzval'sche Porträtobjective und Orthoscope; trotzdem diese Fabrik durch eine Reihe von Jahren solche Objective lieferte[1]), wurde sie später wegen ungünstiger financieller Verhältnisse aufgelassen, und Petzval hat niemals die Früchte seiner Erfindung geerntet. Es ist bedauerlich, dass Petzval und Voigtländer in einen heftigen Streit über ihren Antheil an der Erfindung der Porträtobjective geriethen. Beide haben ein grosses Verdienst um die photographische Optik: Prof. Petzval ist der Berechner und Erfinder des Porträtobjectives, Voigtländer hat durch die correcte Ausführung dieser Objective und ihre spätere Verbesserung dieselben in die Praxis eingeführt.

Prof. Petzval hat die Einzelheiten seiner Objectiv-Berechnungen nicht publicirt. Allerdings publicirte er in seinen „Berichten über die Ergebnisse einiger dioptrischer Untersuchungen" (1843) und einigen Abhandlungen in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften eine Reihe seiner Untersuchungen. Die auf die Berechnungen für seine Objectiv-Construction Bezug habenden Manuscripte Petzval's wurden durch ein eigenthümliches Missgeschick theilweise zerstört. Prof. Petzval wohnte nämlich in der Umgebung von Wien in einem Landhause, in welchem Diebe einen Einbruch verübten und bei dem Suchen nach Werthpapieren Petzval's Aufzeichnungen zerstreuten und theilweise vernichteten. Diese Manuscripte ordnete Prof. Petzval später nicht mehr.

Die wichtigsten Daten über die ältesten Formen der Petzval'schen Porträtlinse finden wir in einer Schrift Voigtländer's (s. u.).

Wir bringen das wohlgetroffene Porträt Petzval's aus der Zeit seines besten Schaffens (1854), sowie dasjenige seines Zeitgenossen und ersten Mitarbeiters Voigtländer als Heliogravure-Beilage in diesem Werke.

Die älteren Petzval'schen, Voigtländer'schen, sowie die französischen Objective hatten sog. „Focusdifferenz", welche man dadurch

---

1) Viele Objective waren von Dietzler ohne gehörige Controle abgegeben worden und besassen ausserordentliche Fehler in den Gestalten, namentlich waren sie unsphärisch, so dass dadurch die Rechnungen Petzval's nicht zur Geltung kamen.

beim Photographiren unschädlich machte, dass man mit dem Auge scharf einstellte und dann das Objectiv um eine bestimmte Distanz näher zur Visirscheibe schob.

Die älteren photographischen Objective bis gegen Ende der fünfziger Jahre zeigten sog. „Focusdifferenz" und es musste zur Correctur dieses Fehlers die Distanz der Linse von der Visirscheibe nach der Einstellung um ein gewisses Stück geändert werden. Die von Focusdifferenz befreiten achromatischen Objective kamen verhältnissmässig spät in den allgemeinen Gebrauch; Voigtländer führte im Jahre 1858 derartige Porträtobjective, bei welchen die Focusdifferenz durch geänderte Wahl der Glassorten und der dadurch bedingten Aenderung der Krümmungsradien der Linsen corrigirt war, ein, und vom Objectiv No. 7200 an, welches am 28. Mai 1858 die Voigtländer'sche Anstalt verliess, waren alle deren photographischen Objective von Focusdifferenz frei.

Petzval hatte schon im Jahre 1840 neben der Berechnung seiner lichtstarken Combination auch die Rechnung einer besonders für Landschaften und Reproductionen geeigneten Linsenform vorgenommen, bei welcher die Vorderlinse analog wie beim Porträtobjective war, aber die Hinterlinse andere Formen aufwies (s. u.).

Das Orthoscop wurde nach den älteren Berechnungen Petzval's[1]) vom Jahre 1840 durch den Optiker Dietzler in Wien 1857 im Auftrage Petzval's ausgeführt, zugleich aber auch von Voigtländer, welcher betreffs der von ihm bestrittenen Neuheit dieser Construction mit Petzval in eine Controverse gerieth. Da es eine viel grössere Oeffnung gestattete als die einfache Landschaftslinse, ohne dass die Deutlichkeit Einbusse erlitt, und bei gleicher Schärfe eine ungefähr doppelte bis dreifache Lichtstärke besass als die letztere und die Benützung grosser Landschaftslinsen entbehrlich machte, so wurde es 1858 als das beste der damals bekannten Instrumente für Landschaften und zur Reproduction von Zeichnungen bezeichnet[2]), obschon es nicht völlig frei von Verzerrungen war.

Das Petzval'sche, von Voigtländer in Wien ausgeführte Porträt-Doppelobjectiv wurde zugleich mit dem von Chevalier construirten der

1) Petzval übertrug die Ausführung des Orthoscopes an Dietzler, welchen er als allein hierzu autorisirt erklärte, da nur dieser im Besitze seiner Berechnungen sei. Voigtländer wies auf das 1841 angefertigte Probeobjectiv derselben Construction hin und beanspruchte das Recht der Priorität der ersten Ausführung desselben. (Vergl. die umfangreiche Streitschrift „Akademiker Prof. Dr. Petzval in Wien beleuchtet von Voigtländer." 1859.)

2) Nach dem Berichte von Foucault, Bayard und Bertsch vor der Pariser Photogr. Gesellschaft (Horn's Phot. Journal. 1858. Bd. 9, S. 4 und 59. Bull. Soc. française).

Société d'encouragement in Paris vorgelegt. Chevalier erhielt 1842 den ersten Preis, eine Platin-Medaille, für sein Objectiv mit zwei Gläsern und veränderlicher Brennweite, bei welchem die sphärische Aberration vermindert war und wobei durch Verstellen oder Austauschen der Gläser die Brennweite und dadurch zugleich die Bildgrösse verändert werden konnte.

Die Doppelobjective von Charles Chevalier hatten die in Fig. 22 und Fig. 23 abgebildete Form[1]). Die erste Form war namentlich für Landschaften bestimmt und es wurde bei Daguerreotyp-Aufnahmen ein Glasprisma mit amalgamirter Hypothenuse zur Umkehrung des Bildes verwendet. Für Porträte wurde die Vorderlinse belassen, jedoch eine andere Hinterlinse in die Fassung eingesetzt, so dass die Combination die Form von Fig. 23 erhielt.

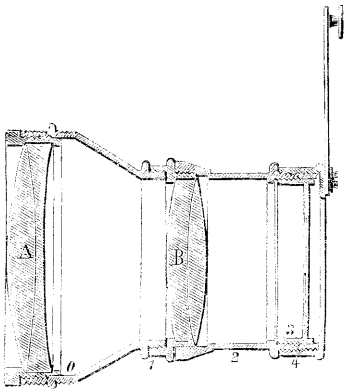


Fig. 22.

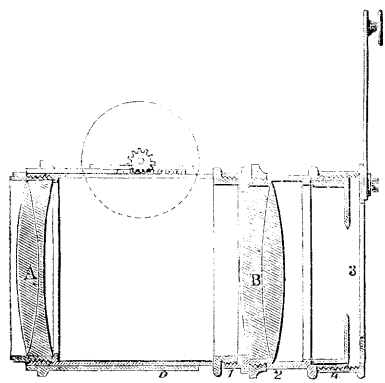


Fig. 23.

Hier haben wir also die erste Combination von Porträt- und Landschafts-Doppelobjectiven vor uns.

Voigtländer erhielt im Jahre 1841 von der Société d'encouragement für das von ihm ausgeführte Petzval'sche Objectiv damals die Silberne Medaille. Somit ist die Priorität des deutschen und des französischen Erfinders strittig; so viel ist aber sicher, dass Chevalier's Objectiv allmählich ausser Gebrauch kam und das Petzval'sche Objectiv eine ungeheure Verbreitung gewann und heute noch mit Recht besitzt.

Im Jahre 1860 wurde von Harrison die Kugellinse erfunden, welche aus zwei gleichen achromatischen Menisken bestand (s. u.) und wegen der correcten Zeichnung und seines ungewöhnlich grossen Ge-

1) Nach Ch. Chevalier, Mélanges photographiques. Paris. 1844.

sichtsfeldwinkels ziemliche Verbreitung als Weitwinkelinstrument fand, trotz mehrfacher Mängel (s. u.). Im Jahre 1861 trat Dallmeyer mit seiner Triplet-Linse hervor, welche lichtstärker als diese Linse war und zu Gruppenaufnahmen und Reproductionen verwendet wurde.

Im Jahre 1865 befasste sich Dr. A. Steinheil in München mit Objectivconstructionen und von da ab datirt eine neue Epoche der Objectivconstruction[1]). Nachdem Steinheil sich zuerst mit dem Periscop auf

[1]) Dr. A. Steinheil wurde in München am 12. April 1832 geboren; er studirte am Gymnasium in München und Augsburg, besuchte 1849—1850 das Polytechnikum in München und übersiedelte im Juli 1850 nach Wien, wohin sein Vater zur Errichtung des Telegraphen berufen worden war. Nach der Fortsetzung seiner Studien am Wiener Polytechnikum und der Universität (1850 und 1851) wurde er im August 1851 als Assistent im Telegraphenfache angestellt.

Im November 1852 kehrte er nach München zurück und warf sich dann auf Optik, da sein Vater von König Maximilian II. aufgefordert worden war, dafür zu sorgen, dass das Renommé, das Bayern in der Optik durch Fraunhofer gewonnen hatte, nicht verloren gehe.

1853—1855 betheiligte sich Adolph Steinheil an den Vorarbeiten zur Errichtung des optischen Institutes, besonders mit den Berechnungen. 1855 im Mai ward das Institut eröffnet.

Die Rechnungsmethoden für zwei Bildpunkte, einen in der Achse, der zweite seitlich von der Achse gelegen, bildeten die nächsten Jahre seine Hauptbeschäftigung. Bei der Berechnung des seitlich gelegenen Bildpunktes zeigte es sich, dass ausser den Strahlen ausser der Achse in der Achsenebene auch noch jene ausser der Achsenebene gerechnet werden müssen, zu welchem Zwecke, auf Ersuchen seines Vaters, Prof. von Seidel 1864 solche Formeln, zur Verfolgung beliebiger Strahlen durch ein System centrirter sphärischer Flächen entwickelte und ihm zur Benutzung übergab. Durch diese Formeln ward es möglich, ein optisches System durch Rechnung allein vollständig fertig zu stellen.

Das erste von ihm berechnete Photographenobjectiv war das Periscop, auf welches 1865 von seinem Vater und ihm ein gemeinschaftliches Patent genommen wurde. — 1865 ging die Werkstätte durch Kauf an Dr. Adolph Steinheil über und er associirte sich mit seinem älteren Bruder Eduard*), der hauptsächlich den kaufmännischen Theil des Geschäftes übernahm.

1866 erhielt er Patente auf Aplanate und 1867 auf der Pariser Weltausstellung in der Abtheilung für Optik die goldene Medaille für correct zeichnende Constructionen (Aplanate, Lupen, Oculare und Fernrohrobjective), und in der photographischen Abtheilung, in welcher die Aplanate todtgeschwiegen wurden, eine broncene Medaille für den ersten Weitwinkel für Landschaft (jetzige Serie V seines Preiscourantes).

1868 construirte er auf Bestellung des k. k. militärgeographischen Institutes in Wien die Weitwinkel für Reproduction Nach längeren Studien über Einfluss der Linsendicken erhielt Steinheil 1874 ein Patent auf Porträtaplanate und 1879 über Gruppenaplanate und nach Durchführung langwieriger Rechnungen, unter Verzicht auf Symmetrie, nach Einführung der für correcte Zeichnung und Aufhebung des

*) Gestorben 1878 auf einer Reise nach Südamerika.

diesem Gebiete versucht hatte, welches mit Ausnahme einer kleinen Focusdifferenz ein vortreffliches Objectiv in Bezug auf correcte Zeichnung war, berechnete er im Jahre 1865 und 1866 seinen Aplanat, welcher einen grossen Fortschritt in der Objectivconstruction bedeutet.

Es gebührt also Dr. Adolph Steinheil das grosse Verdienst, das erste aplanatisch-symmetrische Objectiv construirt zu haben: er übersandte am 20. Juli 1866 das erste Exemplar an Monckhoven. Einige Jahre darauf trat Dallmeyer mit einer analogen Construction (nur nahm er Flint-Crown, statt Schwer- und Leicht-Flintglas) hervor[1]).

Steinheil erhielt am 14. Januar 1867 in Bayern ein Patent auf sein System. Diese Erfindung war sowohl für die Aufnahme von Architecturen, Landschaften, Reproductionen und Interieurs etc., als für Gruppen von keiner geringeren Bedeutung als die des Petzval-Objectives für Porträtaufnahmen.

Die bedeutende Lichtkraft des Aplanates, sowie dessen absolut scharfe und correcte Zeichnung bis zum Rande, das Fehlen von Reflex-Lichtflecken sind dessen unschätzbare Vorzüge. Wir bringen ein Porträt dieses hervorragenden Mathematikers und Optikers im weiteren Verlaufe dieses Bandes.

Dem Aplanate von mittlerer Lichtstärke liess Steinheil seine Landschafts- und Weitwinkelaplanate folgen, während Voigtländer nach dem System der Aplanate seine Euryscope construirte und deren Helligkeit so weit steigerte, dass er im Jahre 1886 die ältere Petzval'sche Porträtconstruction für die Porträtobjective gewöhnlicher Helligkeit aufgab, und nur mehr für Schnellarbeiter verwendete.

Im Jahre 1881 construirte Dr. Steinheil den Antiplanet, welcher auf völlig neuer Basis berechnet ist und viele Verbreitung zu Momentaufnahmen fand. Die seit den achtziger Jahren ungemein verbreiteten Moment- und Landschaftsphotographien und die Ausdehnung der Amateur-Photographie förderte ungemein die Erzeugung kleiner Aplanate.

Astigmatismus 1881 das Patent auf Antiplanete, bei welchen man viel unabhängiger von der Wahl der Glassorten ist, wenn man ebene Bilder mit gleichmässiger Helligkeit von der Mitte gegen den Rand erhalten will und nahe beisammen stehende Linsen anstrebt, welche nur wenig grösser zu sein brauchen als die Oeffnung, mit welcher die Objective in die Achse wirken.

1) Darüber entspann sich ein Prioritätsstreit. Dallmeyer griff (Brit. Journ. 1874. S. 584) die Neuheit der Construction an, jedoch endigte die Polemik zu Gunsten Steinheil's. Der letztere hatte schon 1865 in den „Nachrichten von der k. Gesellschaft der Wissenschaften a. d. G.-A.-Universität zu Göttingen" Constructionen mit Flint aussen veröffentlicht. (Siehe auch die frühere Erklärung Steinheil's, Phot. Corr. 1869. S. 97).

Euryscope und Antiplanete und auch die einfache Landschaftslinse kam für billigere Apparate wieder häufig zur Verwendung.

Ausser den Genannten beschäftigten sich zahlreiche andere bedeutende optische Institute mit der Berechnung und Herstellung photographischer Objective, so z. B.: die Firma Zeiss in Jena (Dr. Rudolph), Hartnack in Potsdam (Dr. Miethe), R. Fritsch in Wien, Suter in Basel, Goerz in Berlin, Simon in Potsdam, Français in Paris und viele Andere.

Diese Leistungen auf dem Gebiete der photographischen Optik gehören der neuesten Zeit (1889—1891) an und werden in einem anderen Capitel eingehender besprochen werden.

DRITTES CAPITEL.

DIE LOCH-CAMERA.

Wird eine Camera ohne Linse, bloss mit einem kleinen Loch (sog. Lochcamera) zur Bilderzeugung benutzt, so erhält man immer ein allerdings bezüglich der Winkel getreues, aber ein verwischtes Bild, wenn das Loch nicht sehr klein ist.

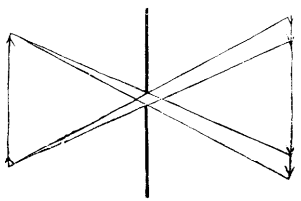


Fig. 24. Bild in der Lochcamera.

Fig. 24 zeigt, dass das Bild bei einigermassen grossem Loch in der Camera mit mehrfachen Conturen erscheint.

In der Camera ohne Linse sind die Bilder von irgend welchen Gegenständen (AA', BB', CC' Fig. 25), in welcher Entfernung von der durchlöcherten Wand sie auch sein mögen, deutlich auf dem Schirm, mag er in was immer für einem Abstand von der Scheidewand sein. Hier gibt es keine verschiedenen Brennpunkte für nahe oder ferne Gegenstände, wie bei Linsen.

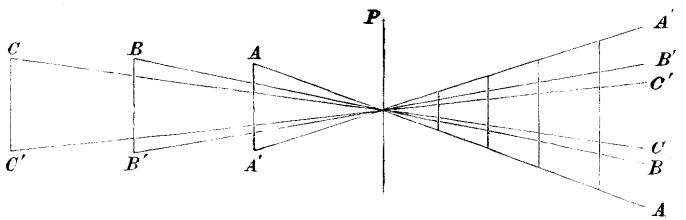


Fig. 25. Bild in der Lochcamera.

Vermöge der Beugung des Lichtes ist das Bild eines leuchtenden Punktes bei noch so sehr verminderter kreisrunder Oeffnung doch niemals ein Punkt, sondern ein sog. Beugungsspectrum, das aus einem lichten kreisrunden Flecke besteht, der mit dunklen und lichten concentrischen Streifen abwechslungsweise umgeben ist. Bereits Prof. Petzval berechnete (mit Berücksichtigung der eventuellen photographischen Ver-

wendung) im Jahre 1857 (Sitzber. d. Wiener Akad. d. Wissensch.) die günstigste Dimension der Oeffnung einer Lochcamera und gab einen Durchmesser = $^1/_5$ Linie als unterste Grenze an; in diesem Falle wird das Bild eines leuchtenden Punktes als ein kreisrunder Fleck von $^1/_2$ Linie Durchmesser erscheinen; nach Petzval ist die Bildschärfe einer Camera obscura mit einem Porträtobjectiv annähernd 180 mal der Lochcamera überlegen, an Lichtstärke aber bis 32000 mal!

Berry hatte 1855 eine Landschaft in einer Lochcamera ($^1/_{40}$ Zoll Oeffnung) aufgenommen und in Amerika soll damals sogar eine Porträtaufnahme (?) auf diese Weise gemacht worden sein (Horn's Phot. Journ. 1856. Bd. 5, S. 2).

Auch Emerson versuchte die Herstellung von Bildern mit der Lochcamera und nassen Collodionplatten und erhielt bei 3—7 Minuten Expositionszeit Bilder, welche unscharf waren[1]). Auch Rayleigh und Abney[2]), sowie Spiller[3]) und Vidal[4]) befassten sich mit Versuchen in dieser Richtung.

R. Colson widmete eine eigene Broschüre der Photographie ohne Objectiv: „La Photographie sans objectif" (Paris, 1887), worin er der einfachen Lochcamera den grossen Bildwinkel, die correcte geometrische Zeichnung, welche frei von jeder Verzerrung ist, nachrühmt; in der That sind diese Eigenschaften bei solchen Aufnahmen vorhanden, jedoch genügen die damit gemachten Aufnahmen nur mässigen Anforderungen an die Schärfe; die Details und Durcharbeitung von Licht und Schatten ist ziemlich gut. Colson fand experimentell, dass für jeden Abstand der photographischen Platte vom Loch (Länge des Camera-Auszuges) ein gewisser Minimaldurchmesser des Loches[5]) die grösste Schärfe gibt. Er fand, dass mit Rücksicht auf das Maximum der Schärfe zwischen der Entfernung D des Gegenstandes, dem Durchmesser d der Oeffnung der Lochcamera und der Entfernung f der empfindlichen Platte von der Oeffnung die Beziehung bestehen soll:

$$f = \frac{D\,d^2}{0{,}00081 \cdot D - d^2}$$

(Phot. Corresp. 1888. S. 344; aus Bull. Soc. franc. de Phot. 1888. S. 69).

---

1) Sillim. Journ. Bd. 32, S. 227. Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1862. S. 26. Emerson empfahl aber die Lochcamera zum Probiren der Empfindlichkeit von Collodion, also als Sensitometer.

2) Rayleigh und Abney, Phot. News. 1881. S. 200. Phot. Wochenbl. 1881. S. 161. Phot. News. 1889. S. 611.

3) Phot. News. 1881. S. 247. Phot. Wochenbl. 1881. S. 194.

4) Phot. News. 1889. S. 751.

5) Das Loch soll mit scharfen Rändern in eine geschwärzte Metallplatte gebohrt sein.

Herr A. Wagner in Wien stellte (1889) sehr hübsche Aufnahmen mit einer Lochcamera her, welche einen Lochdurchmesser von 0.3 mm und einen Plattenabstand von ca. 10 cm hatte; die Expositionszeit war ungefähr 1 Minute bei einer hell erleuchteten Landschaft[1]) (Eder's Jahrb. f. Photogr. für 1889. S. 334).

Im Jahre 1889 wurden kleine lichtdichte Cartonschachteln in Paris in den Handel gebracht, an deren Rückseite sich eine photographische Platte befand, während an der Vorderseite vor der Belichtung mittels einer Nadel ein kleines Loch gemacht wurde, durch welches die Belichtung erfolgte. Zur selben Zeit brachte die Pariser Firma Dehors & Delandres eine aus Holz und Metall gefertigte Lochcamera unter dem Namen „Sténopé" in den Handel. Jedoch bleibt diese Art der Herstellung von Photographien stets nur ein mehr oder weniger unvollkommener Versuch, obschon die allgemeine milde Unschärfe solcher Bilder unter Umständen ganz hübsche künstlerische Effecte gibt.

Dr. Miethe berechnete eine Tabelle zur Bestimmung der günstigsten Oeffnungen in der Lochcamera für verschiedene Camera-Längen[2]).

φ ist der Oeffnungsdurchmesser des Diaphragmas einer Lochcamera; die Köpfe der Colonnen enthalten die Entfernung des Diaphragmas vom Schirme, d. i. die Auszugslänge der Camera, in Millimetern; die darunter befindlichen Colonnen enthalten die Durchmesser des durch die Lochcamera erzeugten Bildes eines Punktes und geben somit die Unschärfe des Bildes für verschiedene Auszugslängen der Camera und verschieden grosse Diaphragmen an.

φ	10	20	30	50	100	200	300	400
0,6	0,311	0,322	0,334	0,356	0,412	0,524	**0,636**	**0,748**
0,5	0,263	0,277	0,290	0,317	0,385	**0,519**	0,652	0,786
0,4	0,217	0,234	0,251	0,285	**0,369**	0,537	0,707	0,876
0,3	0,172	0,195	0,218	**0,262**	0,375	0,599	0,825	1,050
0,2	0,140	0,177	**0,201**	0,267	0,437	0,774	1,111	1,448
0,1	0,122	**0,140**	0,252	0,387	0,724	1,398	2,072	2,746
0,09	**0,120**	0,195	0,270	0,420	0,795	1,545	2,295	3,045
0,07	0,131	0,227	0,323	0,515	0,995	1,955	2,915	3,875
0,05	0,138	0,252	0,365	0,592	1,160	2,295	3,430	4,565
0,04	0,138	0,254	0,370	0,604	1,188	2,356	3,524	4,692
0,03	0,138	0,270	0,383	0,627	1,240	2,466	3,680	4,915
0,02	0,144	0,277	0,411	0,678	1,347	2,684	4,021	5,358
0,01	0,172	0,340	0,508	0,842	1,680	3,355	5,030	6,706

Man bemerkt, dass die bei einer gewissen Auszugslänge entstehende Unschärfe mit der Weite der Oeffnung so variirt, dass sie für eine bestimmte Oeffnungsweite ein

1) Diese Aufnahmen befinden sich in den Sammlungen der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien.

2) Phot. Mitth. 1888. Bd. 24, S. 276. Eder's Jahrb. f. Photogr. für 1889. S. 334.

Minimum wird. Die Tabelle zeigt also — und das ist sehr wichtig — wie bei gegebener Auszugslänge die vortheilhafteste Oeffnung bez. vice versa zu wählen ist. So sehen wir, dass z. B. einer Auszugslänge von 50 mm ein bester Oeffnungsdurchmesser von 0,2—0,3 mm entspricht; würde man die Oeffnung auf $^1/_{10}$ verkleinern, so erhielte man eine fast dreimal so grosse Unschärfe. Da sich ferner ein Gegenstand nur dann abbilden kann, wenn seine Grösse auf dem Schirm mindestens gleich der doppelten Unschärfe ist, so kann man leicht finden, dass für eine Auszugslänge von 10, 20, 30, 50, 100, 200, 300, 400 mm der kleinste noch sichtbare Gegenstand eine Winkelgrösse von beziehungsweise 41′,3, 24′, 21′,5, 17′,75, 13′, 7′,30, 7′,1, 6′,5 haben muss; ein ausgewachsener Mensch wird demnach für eine Auszugslänge von 10 mm auf 220 mm, für eine solche von 400 mm auf 1250 m Distanz noch sich abbilden, vorausgesetzt, dass man die günstigste Oeffnung wählt.

Um praktische Versuche zu erleichtern, kann noch folgende Tabelle der Expositionszeiten dienen und wurde dabei die Zeit, welche man gebraucht, um bei 100 mm Auszug und 0,1 mm Oeffnung ein ausexponirtes Bild zu erhalten, gleich 1 gesetzt:

φ	10	20	30	50	100	200	300	400
0,6	0,0003	0,0012	0,0027	0,007	0,0277	0,12	0,27	0,48
0,5	0,0004	0,0016	0,0036	0,01	0,04	0,16	0,36	0,64
0,4	0,0006	0,0024	0,0054	0,016	0,063	0,24	0,54	0,96
0,3	0,001	0,0044	0,01	0,028	0,111	0,44	0,99	1,76
0,2	0,002	0,01	0,022	0,063	0,25	1,0	2,25	4,0
0,1	0,01	0,04	0,1	0,25	1,0	4,0	9,0	16,0
0,09	0,012	0,049	0,107	0,31	1,235	4,92	10,7	20,0
0,07	0,02	0,08	0,18	0,5	2,0	8,0	18,0	32,0
0,05	0,04	0,16	0,36	1,0	4,0	16,0	36,0	64,0
0,04	0,063	0,25	0,56	1,56	6,25	25,0	56,25	100,0
0,03	0,111	0,44	1,0	2,78	11,11	44,4	100,0	177,76
0,02	0,25	1,0	2,25	6,25	25,0	100,0	225,0	400,0
0,01	1,0	4,0	9,0	25,0	100,0	400,0	900,0	1600,0

Hätte man z. B. durch Versuche gefunden, dass man für eine Auszugslänge von 200 mm und eine Oeffnung von 0,5 mm eine Zeit von 30 Secunden braucht, so erhielte man als Expositionszeit für eine Auszugslänge von 300 mm und 0,4 mm Oeffnung:

$$\frac{0{,}562}{0{,}16} \cdot 30 = 105 \text{ Secunden.}$$

VIERTES CAPITEL.

DIE EINFACHE LINSE ALS PHOTOGRAPHISCHES OBJECTIV.

I. Ueber nicht-achromatische einfache Linsen.

Gewöhnliche einfache uncorrigirte Sammellinsen, wie z. B. convexe Brillengläser, geben in der Camera ein unter Umständen brauchbares Bild, welches jedoch mit mehrfachen starken Mängeln behaftet ist; es machen sich Verzerrungen, Krümmung des Bildfeldes etc. geltend; überdies tritt die sog. Focusdifferenz (s. o.) störend auf, weil bei solchen Linsen die Vereinigungsweiten der optisch hellsten Strahlen (roth, gelb, grün) mit den photographisch am stärksten wirkenden (blau, violett) nicht zusammenfallen. Bei Sammellinsen von Crownglas liegt z. B. das blaue Bild um $^1/_{50}$ der Hauptbrennweite näher an der Linse als das gelbe. Um diesen durchschnittlichen Betrag kann man bei Anwendung einer einfachen Crownglaslinse nach geschehener Einstellung des optischen Bildes auf die Visirscheibe einer Camera dieselbe der Linse nähern, um ein scharfes photographisches Bild zu erhalten. Und zwar gilt dieser Werth für alle Entfernungen des Gegenstandes von der Unendlichkeit bis auf wenige Meter. Von da ab ist er etwas reichlicher zu nehmen, doch beträgt der Zuwachs der Correction selbst bei 1 m Distanz nicht über den vierten Theil. Bei noch grösserer Annäherung, also bei Reproductionen oder Vergrösserungen, steigt die Grösse der Correction, doch lässt sie sich stets in Theilen der Hauptbrennweite ausdrücken. Für die weitaus meisten Fälle genügt also der einfache Grundsatz, um $^1/_{50}$ der Brennweite einzuschieben. Man kann sich dazu Marken auf dem Laufbrett anbringen und namentlich die Einstellung für unendliche Entfernung fest bezeichnen, die bei kürzerer Brennweite auch bis auf 15—20 m richtig bleibt.

Die Frage nun, ob man überhaupt mit solchen Mitteln photographiren kann, ist in einiger Beschränkung wohl zu bejahen. Da wirkliche Objective dieser Art niemals gebaut worden sind, so ist man einstweilen auf Brillengläser angewiesen. Dergleichen aber sind nur bei kürzerer Brennweite genau genug in ihren Flächen, um grössere

Oeffnungen zu erlauben. Will man also grosse Bilder herstellen, so muss man enge Blenden $\left(\text{unter } \frac{f}{20} \text{ bis beiläufig } \frac{f}{90}\right)$ verwenden[1]). Von Brillengläsern sind unzweifelhaft die concav-convexen, die sogenannten periscopischen, am besten. Man benutzt sie einzeln mit Vorderblende wie Landschaftslinsen, oder stellt sie paarweise nach Art der Periscope zusammen. Im letzteren Falle sind gleiche Brennweiten nicht am vortheilhaftesten; die Vorderlinse muss etwa die doppelte Brennweite der Hinterlinse haben (H. Goltzsch, Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1888. 2. Jahrg. S. 298). In neuerer Zeit sind nicht-achromatische Objective zu kleinen Detectiv-Cameras mit Fixir-Camera (ohne Auszug) mit genügendem Erfolge verwendet worden.

Für die eigentliche photographische Praxis sind derartige nicht-achromatische einfache Linsen nicht verwendbar. Die beste Form von nicht-achromatischen Doppelobjectiven ist das Steinheil'sche Periscop, welches jedoch durch den achromatischen Aplanat verdrängt wurde.

Es ist höchst bemerkenswerth, dass man ungefähr seit dem Jahre 1890 wieder dem Periscop oder ähnlichen Combinationen von zwei uncorrigirten Brillengläsern[2]) die Aufmerksamkeit zuwendet, da dieselben bei entsprechender Abblendung eine mässige Schärfe geben, welche wohl nicht mit der Schärfe gut corrigirter Objective sich messen kann, jedoch Bilder von gelinder Unschärfe (wie sie die „Impressionisten" verlangen) geben. Besser jedoch sind für diesen Zweck die Periscope. — Uncorrigirte einfache Linsen, ebenso wie das Periscop, finden zu Detectiv-Cameras mit fixer Brennweite Anwendung, da hierbei ein für allemal die Focusdifferenz bei der fixen Einstellung berücksichtigt werden kann.

II. Achromatische einfache Linsen als photographische Objective.

Wie bereits oben (S. 37) erwähnt wurde, waren die ältesten photographischen Objective zu Beginn der Daguerreotypie „einfache Linsen" und zwar sog. „Meniscen", seltener planconvexe Linsen, welche durch Zusammenkitten von Flint- und Crownglas achromatisirt waren.

Die Linsenform, sowie die Wahl der Glassorten ist von grossem Einfluss auf die Leistungsfähigkeit eines derartigen Objectives. Da diese Fragen in dem „Handbuch der angewandten Optik" von Dr. A. Steinheil und Dr. E. Voit (Leipzig, bei Teubner, 1891) in unübertrefflicher Weise geschildert sind und daselbst die Berechnung optischer Systeme (einfache und achromatische Linsen) umfassend gelehrt wird, so beschränke ich mich auf die Schilderung der für die Photographie erprobten und in der Praxis verbreiteten Objective.

---

1) Versuche hierüber stellten Abney (Phot. News. 1881. S. 200 u. 267. Phot. Wochenbl. 1881. S. 161 u. 208), sowie Spiller (Phot. Wochenbl. 1881. S. 162) an.

2) L. Clark, Phot. Nachr. 1891. S. 350, aus Journ. of the Comero Club. 1891. S. 68.

Es sei an einem Beispiele mit einer planconvexen Linse hervorgehoben, dass es nicht gleichgültig ist, welche Seite man dem Gegenstande zuwendet und wie man die Blende anbringt.

Setzt man hinter die convexe Seite eine Blende, deren Oeffnung $^1/_{20}$ bis $^1/_{30}$ der Brennweite gleich ist $\left(\text{was man ausdrückt: } \frac{f}{20} \text{ bis } \frac{f}{30}\right)$, so erhält man eine scharfe, von Verzeichnungen fast freie Bildfläche, welche ein Bild gibt, das so gross als der 5. Theil der Brennweite ist. Bringt man die Blende in einiger Entfernung vor der planen Seite der Linse an, so wächst die Grösse der scharfen Zeichnungsfläche, je weiter man die Blende entfernt, jedoch wird die Verzerrung dadurch nicht verbessert, welche sich insbesondere dadurch kundgibt, dass die Gegenstände am Rande des Bildes im Vergleich zu denen im Mittelpunkte zu klein erscheinen. Dies veranschaulicht Fig. 26.

B ist eine planconvexe Linse, deren plane Seite dem Gegenstande zugekehrt ist und welche bei *C* durch eine Blende in der gebräuchlichen Entfernung (etwa $^1/_5$ der Brennweite) abgeblendet ist. Das auf der matten Scheibe erzeugte Bild bei *O'* weist gebogene Linien auf und zwar um so mehr, je näher sie am Rande sind.

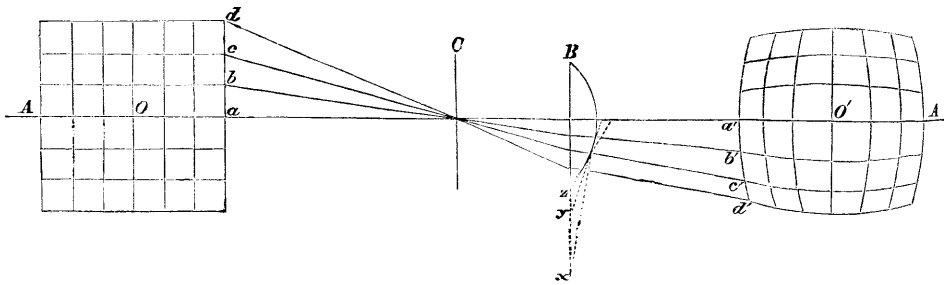


Fig. 26. Verzeichnung durch eine einfache Linse.

Wendet man die convexe Seite der Linse dem Gegenstande zu, so zeigt sich die in Fig. 27 abgebildete Verzerrung. *B* ist einfache planconvexe Linse, *C* das Diaphragma, welches hinter die Linse kommt. *O* ein aufzunehmendes Viereck. In diesem Falle werden die durch die Linse gebrochenen Strahlen durch das dahinter befindliche Diaphragma beschränkt. Auch hier erleidet der Strahl *a* keine Verrückung, dagegen werden die Strahlen *b*, *c*, *d* verrückt und die äusseren Linien des Vierecks erscheinen nach Innen gekrümmt, in einer Form, die der früheren gerade entgegengesetzt ist. In beiden Fällen hängt der Grad der Verzerrung von der Brennweite der Linsen und der Lage des Diaphragmas ab.

Ausserdem kann die unrichtige Stellung der Blende am Objectiv die Ursache der Entstehung eines hellen Lichtfleckes mitten im Bilde sein (s. u.).

Zur Zeit der Daguerreotypie verlangte man von einem photographischen einfachen Objectiv (nach dem Vorschlage des französischen Optikers Baron), dass die grösste Dimension der Platte zur Brennweite des Objectivs sich verhalte wie 1 : 2. Der Durchmesser des Diaphragmas müsse ungefähr $^1/_7$ der Brennweite sein.

Heutzutage verlangt man von einer einfachen Linse ein scharfes Bild von grösseren Dimensionen, blendet sie aber im Verhältniss zur Brennweite viel stärker ab. Der Grund liegt darin, dass man gegen-

wärtig bei der einfachen Linse von vorn herein auf Lichtkraft verzichtet (worin sie durch die Doppelobjective weit übertroffen sind) und sie fast nur zu Landschaften verwendet.

Sie ist jedoch nicht ganz frei von Verzerrungen am Rande, weshalb man bei der photographischen Aufnahme geradlinig begrenzte Gegenstände vom Rande weg in die Mitte bringen soll. Da die ältere einfache Chevalier'sche Landschaftslinse (s. Seite 37 und 56) einen verhältnissmässig sehr niedrigen Preis besitzt und bei Landschaftsaufnahmen recht gute Leistungen gibt, so wird sie von Anfängern gern verwendet.

Gute einfache Landschaftslinsen werden jedoch auch mit Vorliebe von hervorragenden Fachphotographen zu Landschaftsaufnahmen benutzt, weil sie wegen der geringeren Anzahl der reflectirenden Flächen brillantere Bilder als Doppelobjective geben und grosse Tiefe haben. Ein Fehler der einfachen Linse ist, dass gerade Linien am Rande leicht gekrümmt wiedergegeben werden. Deshalb suche man, wenn Häuser

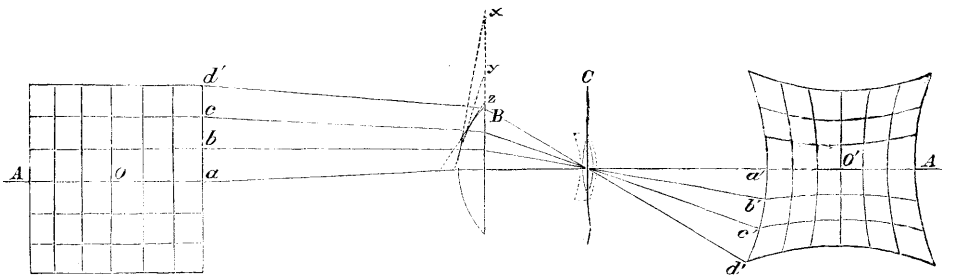


Fig. 27. Verzeichnung durch eine einfache Linse.

in der Landschaft vorkommen, diese möglichst in die Mitte des Bildes zu bringen. Ferner haben die gewöhnlichen Linsen für viele Zwecke eine zu geringe Helligkeit und einen zu geringen Gesichtsfeldwinkel, welcher Fehler allerdings durch die dreifach verkittete Weitwinkel-Landschaftslinse bis zu einem gewissen Grade behoben ist. Jedoch muss hier darauf aufmerksam gemacht werden, dass gegenwärtig viel mit Weitwinkel-Doppelobjectiven gearbeitet wird, wo es nicht nothwendig ist; bei kleinem Gesichtsfeldwinkel reicht man mit der einfachen Linse aus. Gewisse aplanatische Objective sind ihr aber an Lichtkraft bedeutend überlegen.

Zur Aufnahme von Gebäuden, Architecturen ist die gewöhnliche einfache Landschaftslinse nicht gut verwendbar, weil am Rande des Bildfeldes die Linien etwas gekrümmt erscheinen.

Um der Unbequemlichkeit zu begegnen, zu verschieden grossen Linsen ebenso viele Objectivringe und Brettchen mitnehmen zu müssen, gab man einer Reihe von einfachen Linsen denselben Durchmesser, so dass sie alle in einen Ring, resp. in ein Rohr passen.

Die gegenwärtig im Gebrauche stehenden „einfachen Landschaftslinsen" sind zumeist Menisken oder auch planconvexe Linsen, welche in der Regel aus zwei Linsen, seltener aus drei Linsen verkittet sind.

A) Chevalier's einfache Landschaftslinse,

welche meistens als „einfache Landschaftslinse" kurzweg bezeichnet wird und bereits oben (S. 37) erwähnt wurde, ist in Fig. 28 abgebildet. Sie ist ein Meniscus und besteht aus einer biconvexen Crownglaslinse, welche mit einer biconcaven Flintglaslinse verkittet ist; die concave Seite wird dem Gegenstande, die convexe Seite der photographischen Platte zugewendet; die Abblendung erfolgt durch eine in passender Entfernung vorgesetzte Blende, welche zur Erzielung scharfer Bilder ziemlich klein sein muss.

Diese Linsen haben meistens einen Gesichtsfeldwinkel von 50 bis 60 Grad, mitunter sogar etwas mehr; die grösste wirksame Oeffnung ist gewöhnlich ungefähr $\frac{f}{15}$ (d. i. der 15. Theil der Brennweite). Die Bildlänge ist bei einer Abblendung von $\frac{f}{15}$ ungefähr gleich der halben Brennweite, bei $\frac{f}{70}$ höchstens zwei Drittheile der Brennweite. Zur Erzielung einer grösseren Ausdehnung der Bildschärfe blenden Manche bis zu $^1/_{100}$ der Brennweite. Die Bildfläche ist bei der einfachen Linse weniger gleichmässig von der Mitte gegen den Rand zu beleuchtet, als bei aplanatischen Doppelobjectiven.

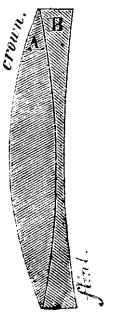


Fig. 28. Chevalier's einfache Linse.

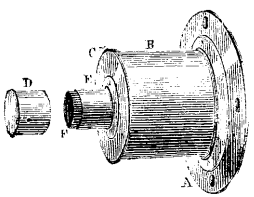


Fig. 29.

Die ältere Form der Fassung der einfachen Linse war oben (S. 37) erwähnt, eine andere alte Form zeigt Fig. 29; damals wurden die Blenden in Form von durchlöcherten Scheiben vor die Linse geschoben. Die neueren Formen (Fig. 30 und 35, s. u.) sind mit Rotationsblenden versehen.

Eine gute neuere Form der einfachen französischen Landschaftslinse von Français[1]) in Paris ist die in Fig. 30 abgebildete (in natürlicher

1) Preisliste der Français'schen einfachen Landschaftslinse:

Oeffnung	Bildgrösse	Preis	Oeffnung	Bildgrösse	Preis
31 mm	9—12 cm	16 Francs	88 mm	27—35 cm	90 Francs
43 „	11—15 „	18 „	95 „	30—40 „	100 „
54 „	13—18 „	25 „	108 „	39—45 „	130 „
61 „	18—24 „	30 „	135 „	50—60 „	260 „
68 „	21—27 „	40 „	162 „	60—70 „	350 „
81 „	27—35 „	60 „			

Grösse für Plattenformate 13×18 cm). Der Linsendurchmesser = 40 mm; Distanz der Blende vom Glase = 45 mm; Focus = 180 mm; Durchmesser der grössten Blendenöffnung = $\frac{f}{12}$; kleinste Blende = $\frac{f}{25}$.

Dichte des Flintglases = 3,56; Dichte des Crownglases = 2,52.

Crown $+R$ = 54 mm	Flint $-R'$ = 149 mm
„ $+R'$ = 149 „	„ $-R''$ = 155 „

Auch Karl Fritsch (vorm. Prokesch) in Wien erzeugt gute derartige Landschaftslinsen, welche einen Gesichtsfeldwinkel von ungefähr 80—90 Grad haben und eine sehr geringe Verzeichnung der geraden

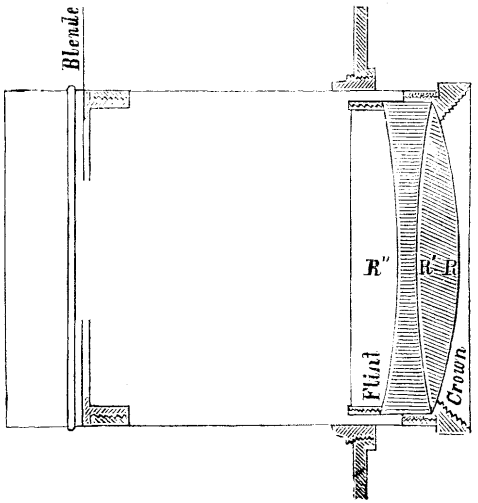


Fig. 30. Einfache Linse von Français in Paris.

Linien am Rande geben [1]). Die Linsen sind aus Leichtflint und Silicatcrownan gefertigt [2]) und besitzen andere Verhältnisse der Radien als die vorhin genannte Linse.

---

1) Verzeichniss von Fritsch's einfachen Landschaftslinsen:

Oeffnung	35	mm,	Brennweite	16,5	cm,	Bildgrösse	12 ×	9	cm,	Preis	11 fl.
„	35	„	„	20	„	„	15 × 12	„	„		11 „
„	45	„	„	26	„	„	20 × 15	„	„		13 „
„	55	„	„	35,5	„	„	24 × 18	„	„		22 „
„	61	„	„	41	„	„	28 × 22	„	„		28 „
„	81	„	„	55,5	„	„	33 × 27	„	„		44 „

(Vergl. auch Phot. Correspond. 1889. S. 11.)

2) Es sind: Brechungsindex n'_D für das Flintglas = 1,572,
„ n_D „ „ Crownglas = 1,537.

Das Flintglas ist gegen das Object gekehrt und stellen sich die Radien des verkitteten Linsenpaares für die Brennweite von 16,5 cm wie folgt:

Flint $-R'$ = 58 mm	Crown $+R$ = 71,8
„ $-R''$ = 71,8 „	„ $+R$ = 236,6.

Bei den sehr guten einfachen Landschaftslinsen von E. Suter in Basel entspricht die Linsenform gleichfalls dem Typus der Chevalierschen; es sind jedoch die Glasarten so gewählt, dass die Crownlinse eine gleichschenkelige Gestalt hat und die hintere Flintglasfläche möglichst plan ist; dadurch ist eine grössere Ausdehnung der Schärfe $\left(\text{bei } \frac{f}{12}\right)$ erzielt [1]).

Die Busch'sche Landschaftslinse, welche seit den sechziger Jahren in Rathenow erzeugt wird, ist planconvex (ähnlich wie die Suter'sche). Fig. 31 zeigt eine solche Linse von zwei Zoll Oeffnung und 12 Zoll Brennweite [2]), welche sehr gut functionirt.

Ebenso erzeugt C. P. Goerz in Berlin-Schöneberg sehr gute einfache Landschaftslinsen [3]) (s. Fig. 33).

C. P. Goerz in Berlin-Schöneberg nennt ein mit einem Momentverschluss (rotirende Scheibe) versehenes einfaches Objectiv „Choroscop" (s. Eder, Phot. Corresp. 1891). Fig. 32 und 34 zeigt dieses für billige Anforderungen der Amateurphotographie empfehlenswerthe Objectiv [4]). Die Linse ist ein Meniscus von der in

1) Suter's einfache Landschaftsobjective mit Iris-Blenden:

No. 1.	Oeffnung	27 mm,	Brennweite	16 cm,	Bildgrösse	12 × 9 cm,	Preis	28 Mk.
„ 2.	„	34 „	„	19 „	„	16 × 12 „	„	30 „
„ 3.	„	42 „	„	25 „	„	18 × 13 „	„	36 „
„ 4.	„	52 „	„	35 „	„	24 × 18 „	„	50 „
„ 5.	„	61 „	„	40 „	„	27 × 21 „	„	70 „
„ 6.	„	81 „	„	55 „	„	33 × 27 „	„	104 „
„ 7.	„	108 „	„	75 „	„	55 × 39 „	„	200 „

Die billigere rotirende Blende wurde bei diesem Objective wegen der erweiterten Oeffnung durch die Iris-Blende ersetzt.

2) Die verwendeten Glassorten hierfür sind:

Flint (mittlerer Brechungsindex) $n' = 1{,}6027$,
Crown . . . . . $n = 1{,}5282$.
Krümmungsradius $R_0 = \infty$
$R_1 = \mp 99{,}2$ mm $d_1 = 2{,}3$ mm
$R_2 = + 85{,}6$ mm $d_3 = 9$ mm.

3) Goerz's einfache Landschaftslinse (Serie L). Die grösste wirksamste Oeffnung ist $\left(\frac{f}{15}\right)$; der Bildwinkel beträgt 65 Grad, so dass die Bildlänge ungefähr gleich der Brennweite des Objectives ist.

Serie L No.	Aequivalente Brennweite cm	Freie Oeffnung mm	Plattengrösse mit grösster Blende cm	Plattengrösse mit kleinster Blende cm	Durchmesser des runden Bildes mit kleinster Blende cm	Preis Mark
1	15	27	6 × 8	9 × 12	15	7,50
2	18	40	9 × 12	13 × 18	22	12,50

4) Preis eines Goerz'schen „Choroscop" von 40 mm Oeffnung und 20 cm Brennweite (Plattengrösse mit grösster Blende 9 × 12 cm, mit kleinster Blende 13 × 18 cm): 15 Mark.

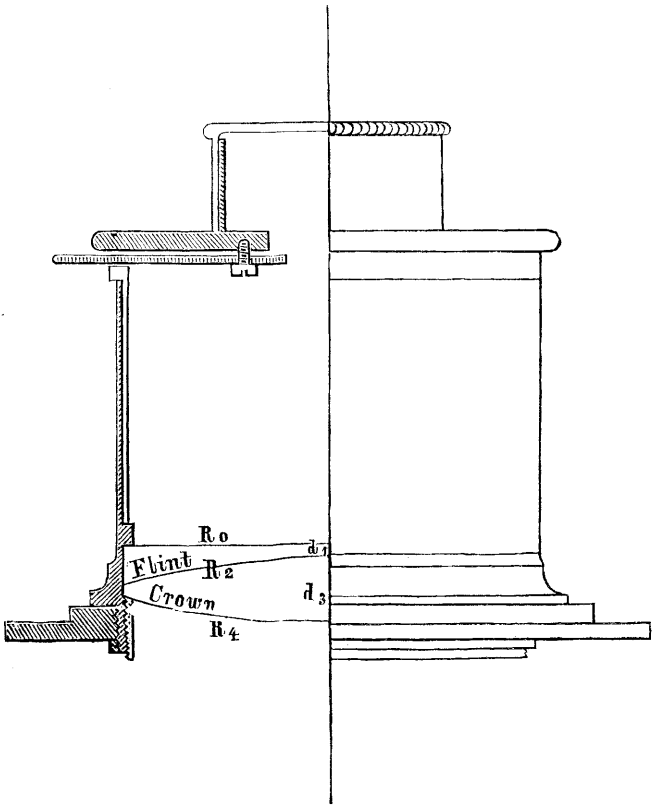


Fig. 31. Einfache Landschaftslinse von Busch.

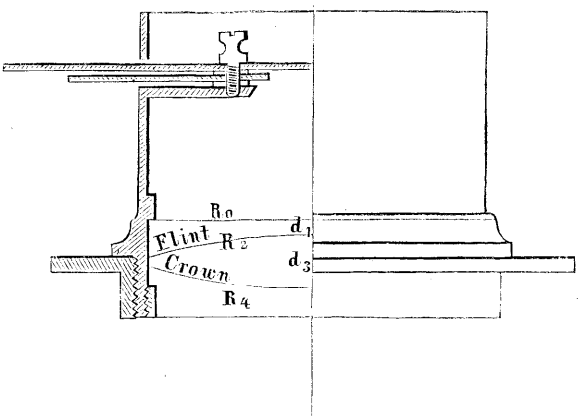


Fig. 32. Goerz's Choroscop.

Fig. 35 abgebildeten Form [1]). Das Verhältniss der Brennweite zur grössten wirksamen Oeffnung ist = 1 : 13,5. Der Bildwinkel = 70 Grad.

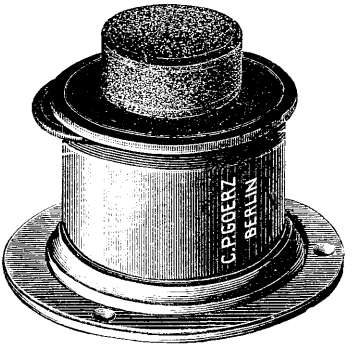


Fig. 33.
Einfache Linse von Goerz in Berlin.

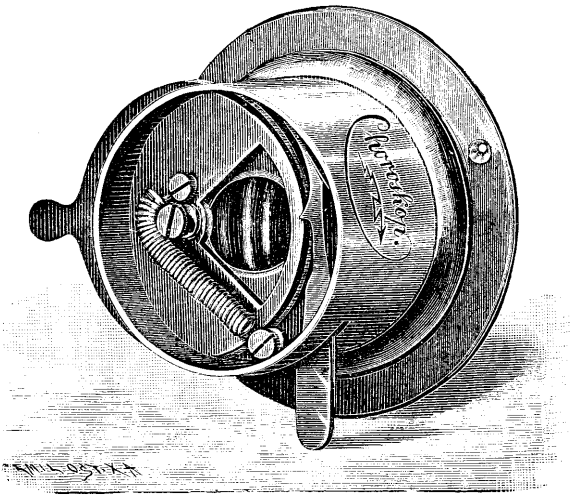


Fig. 34. Choroscop von Goerz.

Voigtländer's einfache Landschaftslinse, welche ausschliesslich zur Aufnahme von Landschaften bestimmt ist, wurde im Jahre 1888 und zwar mittels neuer Gläser aus dem glastechnischen Laboratorium

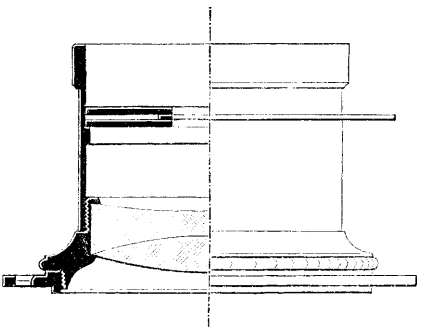


Fig. 35. Voigtländer's einfache Landschaftslinse.

in Jena ausgeführt. Diese Linse zeichnet sich durch eine grosse Ebenheit des Bildes und verhältnissmässig grossen Gesichtsfeldwinkel von ungefähr

1) Choroscop von Goerz:

Verwendete Glassorten { Flint $n' = 1{,}610$ / Crown $n = 1{,}530$

Oeffnung 40 mm; Brennweite 190 mm.

$d = 2$ $R = -1423{,}0$ } Flint
$R_1 = \mp 78{,}9$ }
$d_1 = 6{,}5$ $R_2 = 78{,}9$ } Crown

90 Grad aus, die Tiefe der Schärfe ist eine sehr gute und die Verzeichnung der geraden Linien am Rande eine sehr geringe.

Fig. 35 zeigt die Abbildung der Voigtländer'schen einfachen Landschaftslinse [1]).

Sie besteht aus einer achromatischen Combination einer doppeltconvexen Crown- und einer doppeltconcaven Flintglaslinse. Die gleichmässig vertheilte Kugelabweichung wird durch eine Vorderblende aufgehoben. Das Crownglas hat $n_D = 1{,}510$, das Flintglas $n_D = 1{,}538$. Die grösste Oeffnung ist $\frac{f}{15}$. Z. B. hat No. 3 bei 217 mm Brennweite ein Gesichtsfeld von 450 mm Durchmesser, so dass der Gesichtsfeldwinkel etwa 92 Grad beträgt. Die Krümmungshalbmesser stehen im Verhältniss von 1 : 1,017 : 2,55.

B) Grubb's und Schroeder's einfaches Landschaftsobjectiv.

Eine andere Form gab Grubb im Jahre 1857 dem als einfache Landschaftslinse verwendeten Meniscus [2]), und er erzielte dadurch einen grösseren Bildwinkel, und deshalb fand diese Form in der Mitte der Sechziger Jahre Verbreitung und wird noch jetzt mehrfach erzeugt.

Der Grubb'sche achromatische concav-convexe Meniscus von der in Fig. 36 dargestellten Form gibt geringere Abweichung, als die vorhin beschriebene einfache Linse und gestattet den Gebrauch grösserer Diaphragmen.

---

1) Verzeichniss der Voigtländer'schen einfachen Landschaftslinse. Die Landschaftsobjective sind mit Drehblenden versehen.

Nr.	Oeffnung des Objectives cm	Brennweite des Objectives cm	Durchmesser des runden Bildes cm	Normalplatte cm	Preis Mark
1	2,9	14,4	30	9 × 12	36
2	3,3	17,8	36	12 × 16	40
3	4	21,7	45	13 × 21	50
4	4,6	25,6	52	18 × 24	60
5	5,3	30,5	58	21 × 26	72
6	5,9	34,2	64	24 × 30	84
7	6,6	40	71	26 × 32	96
8	7,9	50	92	30 × 40	130
9	9,2	60,6	110	40 × 50	170
10	10,5	71,1	130	50 × 60	210

Um kleinere Objective in grössere Cameraringe schrauben zu können, d. h. um verschiedene Objective mit demselben Camerabrett zu verwenden, werden auf Wunsch Zwischenringe für alle diese Objective angefertigt.

2) Grubb erhielt am 8. October 1857 in England ein Patent hierauf.

Die Crownglaslinse *B* (Fig. 36) hat die Form eines Meniscus und ist mit der concaven Seite dem zu reproducirenden Objecte zugewendet; die zerstreuende Flintglaslinse ist mit der ersteren zusammengekittet. Da jedoch in dieser Richtung die Doppelobjective (Aplanate etc.) weitaus überlegen sind, und andererseits die Anforderungen an die einfachen Landschaftslinsen seitens vieler Amateure (welche dieselben wegen der geringen Kosten häufig verwenden) in Bezug auf Gesichtsfeldwinkel gering sind, so vermochte diese Linsenform die ältere Chevalier's nicht zu verdrängen, welche letztere leichter herzustellen und für billige einfache Objective noch sehr verbreitet ist.

Fig. 36. Grubb's Linse.

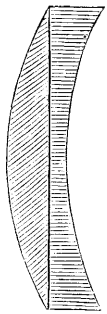


Fig. 37. Schröder's Linse.

Eine dritte Form der einfachen Linse wurde in England Schroeder und Stuart patentirt; sie ist in Fig. 37 abgebildet. Die planconvexe Linse hat eine stärker brechende aber geringere zerstreuende Kraft und ist mit einer planconcaven Linse von geringerer brechender aber stärker oder gleich zerstreuender Kraft verkittet [1]).

C) Anhang zum „einfachen Landschaftsobjectiv".

Einfache Landschaftslinsen mit festem Diaphragma von $^1/_5$ des Linsendurchmessers und stark vernickelter Fassung kommen als „Waterbury-Linsen" in den Handel; sie verdanken ihren Namen der Stadt Waterbury in Connecticut, wo die meisten Werkstätten der Scovill-Company, die sie fabricirt, liegen [2]).

Als Curiosum sei erwähnt, dass Burnett 1857 die einfache Linse in Form von Linsenstreifen (Band-lenses) verwenden wollte. Aus einer Linse wurde ein Streifen von $^1/_3$ bis $^2/_3$ Zoll Breite herausgeschnitten. Dadurch sollte die Verzerrung bei Aufnahme naher Gegenstände nach auf- und abwärts vermieden werden; ferner sollte (was irrthümlich ist) durch die beiden Enden eines solchen Streifens zwei übereinanderfallende Bilder eines Gegenstandes und so eine stereoscopische Wirkung erzeugt werden [3]).

Burton empfahl 1881 einzelne Linsen, deren flache Seiten der matten Scheibe zugekehrt sein müssen — also in umgekehrter Lage im Vergleich mit der gewöhn-

---

1)

Brechungsindex der planconvexen Linse	Verhältniss der Dispersion der zweierlei Gläser	Brechungsindex der planconcaven Linse	Verhältniss der Krümmungen
1,61	0,891	1,53	1,094
1,61	0,877	1,52	1,109
1,61	0,864	1,51	1,123
1,61	0,851	1,50	1,138

(Amateur Photographer. 1891. S. 205).

2) Phot. Times and American Phot. Oct. 1881. Phot. Wochenbl. 1881. S. 403.

3) Kreutzer's Jahrber. Phot. 1857. S. 439.

lichen — dringend für Porträtaufnahme auf Bromsilbergelatine, da sie in Combination mit diesen genügend lichtstark seien; freilich empfahl er sie nur dann, wenn nicht die höchste Schnelligkeit erforderlich ist. Man darf ihnen selbstverständlich nicht mehr zumuthen als einem Porträtobjectiv von gleichem Focus, nämlich dass sie eine Platte auszeichnen, deren grösste Dimension gleich die Hälfte der Brennweite ist. Die Blenden sollen dabei $^1/_8$ bis $^1/_{12}$ der Brennweite betragen und kann die erstere für Brustbilder dienen. Solche Linsen geben allerdings nicht die Haarschärfe von Aplanaten; aber sie zeigen genau dieselbe harmonische Weichheit, jenen allgemeinen „Duft", wie manche sie bei Dallmeyer's Patent-Porträtlinsen gern sehen, deren Wirkung gleichfalls auf sphärischer Aberration beruht. Den Porträtobjectiven gegenüber zeigen diese Linsen besonders in dunklerer Kleidung und in den Draperien viel grösseren Reichthum an Details und eine Brillanz und Klarheit, wie sie bei nur zwei spiegelnden Flächen an Stelle von sechs sehr natürlich ist. Unter günstigen Bedingungen kann man mit der einfachen Linse im Zimmer ein Bild (auf Bromsilbergelatine) in 10, im Atelier in 2 bis 5 Secunden machen[1]).

Auch die Hinterlinse jedes Aplanaten oder Euryscopes etc. kann als einfache Linse benutzt werden und gibt ungefähr die doppelte Brennweite des ganzen Systemes. Ueber die Verwendung einer einzelnen Linse des Petzval'schen Porträtobjectives als einfache Landschaftslinse s. u.

D) Dallmeyer's dreifach verkittete Weitwinkel-Landschaftslinse.

In der Absicht, die Verzeichnung auf einen möglichst geringen Grad zu reduciren und dem Objective einen möglichst grossen Aufnahmswinkel zu geben, hat Dallmeyer[2]) gesucht, dem einfachen Objectiv die Form eines mehr ausgesprochenen Meniscus zu geben und hat das Diaphragma der Linse bedeutend genähert. Wenn er das frühere Objectiv-System beibehalten hätte, so würde er sein Ziel mit dem Verlust der Schärfe der Ränder der Bilder haben erreichen können, indem er es sich jedoch zur Hauptbedingung gemacht, das Bild in der Mitte möglichst ebenso scharf als an den Rändern zu erhalten, so musste er eine neue optische Zusammenstellung construiren, welche in Fig. 38 dargestellt ist.

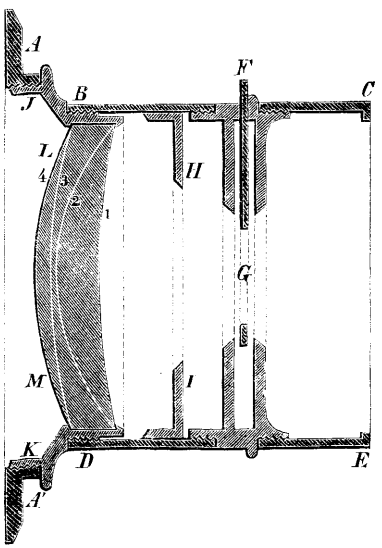


Fig. 38. Einfaches Objectiv von Dallmeyer.

Anstatt das Objectiv bloss aus zwei Linsen, einer Crownglas- und

1) Phot. Wochenbl. 1881. S. 394. British Journ. of Phot. 1881. S. 593.

2) Zuerst beschrieben in den engl. Patentschriften vom 14. Oct. 1864. No. 2539.

einer Flintglaslinse zu construiren, fügte Dallmeyer noch eine dritte aus Crownglas hinzu, deren Brechungsindex der ersten Crownglaslinse etwas verschieden ist.

Die drei Linsen sind also zusammengekittete Meniscen, welche eine einzige Linse bilden, deren concave Fläche nach dem zu reproducirenden Objecte gerichtet ist, wie bei dem gewöhnlichen einfachen Objectiv.

Figur 38 zeigt mit der Genauigkeit das Objectiv und seine Fassung in natürlicher Grösse. Die Focuslänge desselben beträgt 6,95 englische Zoll, der Durchmesser desselben 1,6, die anderen Bestimmungen des Systems ausgedrückt in Functionen der Focusdistanz sind folgende:

Durchmesser der Linsen		2302
Erste Linse (Crownglas)	. . . .	6043
	. . . .	1727
Zweite Linse (Flintglas)	. . . .	1727
	. . . .	4813
Dritte Linse ($Crownglas_2$)	. . . .	4813
	. . . .	2561
Gemeinschaftliche Focuslänge		10,000
Brechungsindex (gelb) des Flintglases .		1,581
„ „ $Crownglases_1$		1,521
„ „ $Crownglases_2$		1,514

Verhältniss der Focuslängen, um die Achromatisirung herbeizuführen:

$$\text{Crown}_1 \text{ und Flint } \frac{f}{f'} = 0{,}706,$$

$$\text{Crown}_2 \text{ und Flint } \frac{f}{f'} = 0{,}645.$$

Das rotirende Diaphragma ist vor der Linse in einer Entfernung, welche dem Durchmesser derselben gleichkommt, angebracht, also viel näher als gewöhnlich, die kleinste Oeffnung des Diaphragma ist $\frac{f}{30}$.

Mit einem Diaphragma von $\frac{f}{20}$ deckt es mit vollkommener Schärfe eine kreisrunde Focalebene von 72 Graden Ausdehnung. Mit einem Diaphragma von $^1/_{30}$, einen Kreis von 85 bis 90 Grad Gesichtswinkel. Das Gesichtsfeld des Objectives ist somit sehr bedeutend, da die grösste Seite des Bildes (welches immer rechtwinklig ist) grösser als die Focuslänge des Objectivs ist, während bei den älteren einfachen Objectiven, die vor Dallmeyer construirt wurden, diese Seite in der Regel zwei Drittel der Focuslänge derselben betrug.

Die Verzeichnung wird für ein Bild, dessen grösste Seite der Focusdistanz des Objectivs gleich ist, auf ein geringes Mass reducirt, indem der Durchmesser des letzteren verhältnissmässig geringer ist, als bei den

früheren Objectiven. — Da überdies das einfache Objectiv hauptsächlich zur Landschafts-Aufnahme bestimmt ist, so verursacht die Verzeichnung keinen sichtbaren Fehler in dem Bilde. Da es aber die Linie am Rande immerhin schwach verbiegt, so ist diese Linse für Architecturen, welche die Seite des Bildes einnehmen, nicht zu empfehlen [1]).

Diese Linse ist in Oesterreich und Deutschland wenig verbreitet, da sie ziemlich kostspielig ist und man meistens die oben beschriebenen analog wirkenden verbesserten einfachen Landschaftslinsen (aus zwei Gläsern verkittet) wählt, wenn man nicht die lichtstärkeren Doppelobjective bevorzugt.

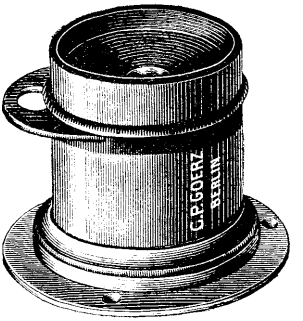


Fig. 39. Dreifache Amateurlinse.

C. P. Goerz in Berlin-Schöneberg nennt dieselbe Linsen-Art „Dreifache Amateurlinse“ [2]). Die grösste verwendbare Blende beträgt $\frac{f}{15}$; der Bildwinkel ist = 72 Grad.

Fig. 39 zeigt dieses Objectiv; über dessen Construction s. „die einfache achromatische Linse als Photographenobjectiv“ (Eder's Jahrbuch f. Photographie für 1889. S. 278).

1) Verzeichniss der Dallmeyer'schen einfachen Weitwinkel-Landschaftslinsen (Wide angle single Combination Landscape Lens):

Grösse der Platte Zoll	Linsendurchm.	Aequiv. Brennweite	Preis Pfd. St.	s.	Grösse der Platte Zoll	Linsendurchm.	Aequiv. Brennweite	Preis Pfd. St.	s.
5 × 4	$1^3/_8$	$5^1/_2$	3	5	15 × 12	$2^5/_8$	15	8	10
$7^1/_4$ × $4^1/_2$	$1^5/_8$	7	3	15	15 × 12	$2^5/_8$	18	9	10
$8^1/_2$ × $6^1/_2$	$1^7/_8$	$8^1/_2$	4	10	18 × 16	3	18	10	10
10 × 8	$2^1/_8$	10	5	10	22 × 20	$3^5/_8$	22	14	—
12 × 12	$2^1/_2$	12	7	—	25 × 21	$4^1/_4$	25	19	—

2) Verzeichniss von Goerz' „Dreifacher Amateurlinse“:

Serie J No.	Aequival. Brennweite cm	Freie Oeffnung mm	Plattengrösse mit grösster Blende cm	Plattengrösse mit kleinster Blende cm	Durchmesser des runden Bildes mit kleinster Blende cm	Preis Mark
2	18	32	9 × 12	13 × 18 / 13 × 21	26	32
6	30	40	13 × 18	24 × 30	40	50

Auch O. Simon in Potsdam erzeugt gute Weitwinkel-Landschaftslinsen nach Dallmeyer (dreifach verkittet, mit kurzer Brennweite). Grösste wirksame Oeffnung $\frac{f}{10}$, Bildwinkel 74 Grad [1]). [Kleinste Blende $\frac{f}{32}$.]

Für jene Zwecke der Landschaftsphotographie, bei welchen man mit längerer Brennweite und geringerem Bildwinkel arbeiten will, construirt O. Simon derartige dreifach verkittete Landschaftslinsen von 50 Grad Bildwinkel.

Auch Ross in London bringt eine einfache Landschaftslinse („Single wide-angle Landscape Lens"), welche aus drei Linsen verkittet ist, in den Handel; sie gibt bereits mit einer Oeffnung von $\frac{f}{16}$ gute Bilder, und ist nur für Landschaftsaufnahmen (nicht aber für Architecturen) bestimmt.

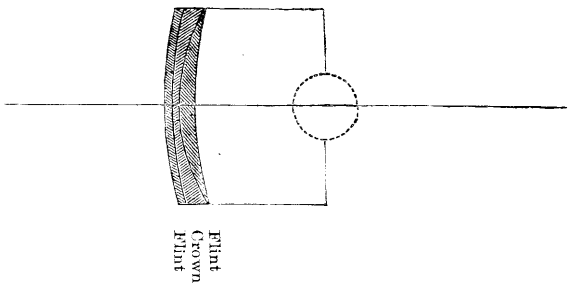


Fig. 40. Dallmeyer's Linse.

Im Jahre 1880 berechnete Dallmeyer eine andere dreifach verkittete „einfache Landschaftslinse mit langem Focus" (Rapid Landscape

1) Verzeichniss der Simon'schen Weitwinkel-Landschaftslinsen (Serie G, Bildwinkel = 74 Grad):

No.	Objectiv-Durchmesser mm	Aequivalente Brennweite cm	Plattengrösse cm	Preis Mark
1	25	12	9 × 12	40
2	32	15	12 × 16	50
3	38	18	13 × 18	60
4	45	21	16 × 21	70
5	52	24	18 × 24	80
6	58	27	21 × 27	95
7	66	30	24 × 30	115
8	88	40	30 × 40	150
9	110	50	40 × 50	200
10	134	60	50 × 60	300

lens long focus), welche er im Jahre 1886 ausführte (Brit. Journ. Phot. 1886. S. 17). Sie ist aus zwei Flintgläsern und einem Crownglas verkittet (Fig. 40), während Fig. 41 die ältere, bereits oben beschriebene Form zeigt.

Dieselbe hat einen geringeren Gesichtsfeldwinkel (40 Grad) als die vorige und ist für weit entfernte Landschaften und Aufnahmen zur See bestimmt. Die Oeffnung der grössten Blende ist $= \frac{f}{12}$ und gibt somit Momentbilder im Freien ohne Schwierigkeit, wobei das Ob-

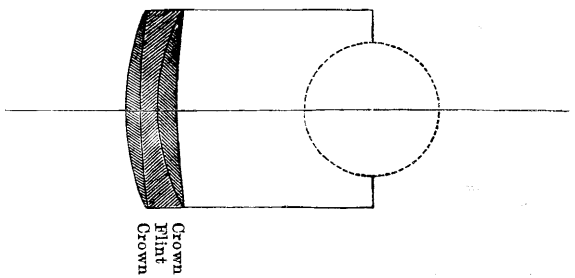


Fig. 41. Dallmeyer's „Rapid lens, long focus".

jectiv ein scharfes Bild mit einer Seitenlänge von $\frac{f}{2}$ gibt, während es mit $\frac{f}{30}$ ein scharfes Bild, dessen Seitenlänge fast gleich der Brennweite (f) ist, gibt.

E) Dallmeyer's einfache Rectilinear-Landschaftslinse

gehört zwar nicht mehr zu den einfachen Linsen, soll aber dennoch in diesem Capitel beschrieben werden, weil sich diese Linsenform stark an die dreifach verkittete Landschaftslinse anlehnt.

Bei dem neuen Landschafts-Rectilinear, welches Dallmeyer im Jahre 1888 construirte, befindet sich die Blende vor den Linsen, ähnlich wie bei den gewöhnlichen einfachen Landschaftslinsen; das ganze Linsensystem besteht aus drei Linsen, wovon zwei miteinander verkittet sind, die dritte aber einzeln steht. Die nachstehende Figur veranschaulicht diese Construction. Fig. 42 zeigt die neue Rectilinear-Landschaftslinse für Platten 10×8 Zoll, Focus $= 13^1/_2$ Zoll.

Die neue Rectilinear-Landschaftslinse besitzt bei einem Linsendurchmesser von 2 Zoll eine äquivalente Brennweite von 14 Zoll. Die grösste Blende, womit sie verwendbar ist, beträgt 1 Zoll; die grösste wirksame Oeffnung für Aufnahmen ist deshalb $\frac{f}{14}$, was eine namhafte Helligkeit repräsentirt. Man rühmt (The Photographic News. 1888.

S. 146, 176 und 189. Eder's Jahrbuch für 1889. S. 160) der neuen Linse grosse Brillanz und Klarheit des Bildes nach, welche bekanntlich auch die mit den gewöhnlichen alten, einfachen Landschaftslinsen aufgenommenen Landschaften genügen und worin die neue Linse den gewöhnlichen Rectilinearen und Aplanaten überlegen sein soll; das Instrument ist frei von Distorsion, Astigmatismus und gibt ein flaches Bildfeld; sie verzeichnet gerade Linien nicht und wäre für Architecturaufnahmen geeignet. Bemerkenswerth erscheint, dass man das Instru-

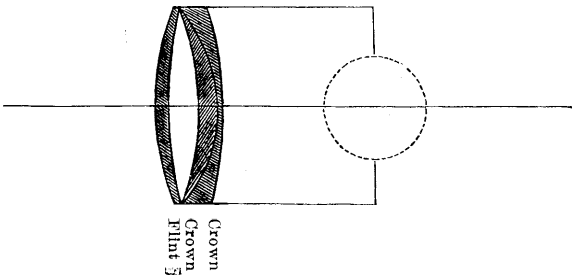


Fig. 42. Dallmeyer's Rectilinear-Landschaftslinse.

ment besonders verwendbar für Negative zur Photolithographie wegen der Klarheit der Bilder erklärt. (?)

Diese neue Dallmeyer'sche Linsenconstruction erinnert einigermassen an eine von Goddard im Jahre 1869 construirte, in dem British Journal of Photography (1869, Seite 398) beschriebene Objectivconstruction, welche er „Double periscopic lens" nannte. Wie Fig. 43 zeigt, ist eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit in der optischen Anordnung der Linsen, wie bei der Dallmeyer'schen Fig. 42 vorhanden.

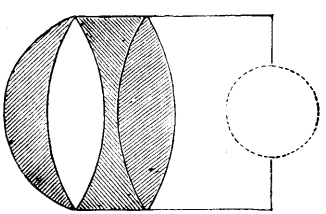


Fig. 43. Goddard's Linse.

Das Goddard'sche Objectiv war jedoch mit folgenden Fehlern behaftet. Es gab nur: 1. mit sehr kleinen Blenden scharfe Bilder (nach „Photographic News". 1888. S. 189); 2. das Bildfeld war sehr gekrümmt, so dass es nur einige Zoll von der Achse brauchbar war und an den Rändern Distorsion zeigt.

Dallmeyer wählte bei seiner Construction eine andere Form der verkitteten Linse und eine andere Krümmung der einzelnen Linsen, wodurch er diese Fehler vermied und die neue Construction zu Stande brachte.

Dallmeyer's Rectilinear-Landschaftslinse besteht nach der Patentbeschreibung vom 2. Februar 1888[1]) aus drei Menisken in der aus der Fig. 44 ersicht-

1) Phot. News. 1889. S. 59. Vergl. Phot. Corresp. 1888. S. 189.

lichen Zusammenstellung; die äussere Linse *A* ist aus Flint-, die mittlere *B* und innere *C* aus Crownglas. Die Linsen *A* und *B* sind zusammengekittet, brauchen es aber nicht zu sein. Die Blende befindet sich vor der Flintlinse *A*. Bei dieser Zusammensetzung ist die Linse, obwohl sich die Blende vorne befindet, frei von Randverzeichnung. — [Ob diese Art von Linsen sich neben den Aplanaten einbürgern, ist ungewiss, da die letzteren in vielen Punkten eine Ueberlegenheit zeigen.]

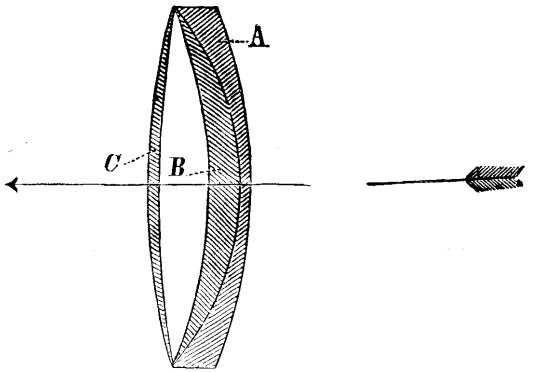


Fig. 44. Dallmeyer's Rectilinear-Landschaftslinse.

Die Constanten der Linse sind folgende:

		Brechungsindex	
	R in Zoll	*D*-Linie	*G*-Linie
Linse *A* aus Flint	$\left\{\begin{matrix}+2{,}900\\-1{,}558\end{matrix}\right\}$	1,574015	1,592824
Linse *B* aus Crown	$\left\{\begin{matrix}+1{,}558\\-3{,}342\end{matrix}\right\}$	1,514591	1,526595
Linse *C* aus Crown	$\left\{\begin{matrix}-6{,}001\\+3{,}489\end{matrix}\right\}$	1,517114	1,528358

Verzeichniss von Dallmeyer's „New rectilinear Landscape lens“:

No.	Plattengrösse	Linsendurchmesser	Focus	Preis *Pfd. Sterl.*
1	$6\frac{1}{2}$ by $4\frac{3}{4}$ in.	$1\frac{1}{2}$ in.	$8\frac{1}{2}$ in.	4 15 0
2	$8\frac{1}{2}$ „ $6\frac{1}{2}$ „	$1\frac{3}{4}$ „	$11\frac{1}{2}$ „	6 0 0
3	10 „ 8 „	2 „	$13\frac{1}{2}$ „	8 0 0
4	12 „ 10 „	$2\frac{1}{4}$ „	$16\frac{1}{2}$ „	10 5 0
5	15 „ 12 „	$2\frac{2}{3}$ „	20 „	12 10 0
6	18 „ 16 „	3 „	25 „	16 0 0
7	22 „ 20 „	$3\frac{1}{2}$ „	32 „	21 0 0

FÜNFTES CAPITEL.

APLANATE, EURYSCOPE, RECTILINEARE UND ÄHNLICHE SYMMETRISCHE APLANATISCHE LINSEN.

I. Einleitung.

Wenn man zwei Sammellinsen in der Weise combinirt, dass die Brechungswinkel der ersten Linse jenen der zweiten gerade entgegengesetzt sind, wie Fig. 45 andeutet (*B B*), so treten die Strahlen (*a b c d* und *a' b' c' d'*) parallel mit den verschiedenen einfallenden Strahlen aus, womit die zur Herstellung eines unverzerrten Bildes gestellte Bedingung erfüllt ist.

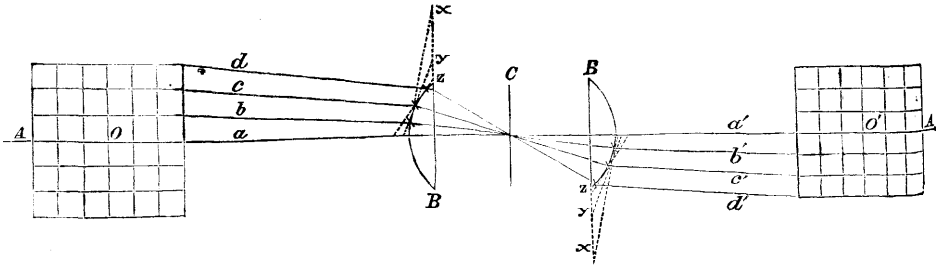


Fig. 45. Combination zweier achromatischer Linsen.

Dieses Mittel gab zuerst Rothwell an und Sutton veröffentlichte es. Die grosse Schwierigkeit war aber, dass die durch Combination zweier achromatischer Sammellinsen entstandenen Bilder eine sehr grosse Krümmung der Bildfläche gaben[1]); man construirte nach diesem Principe die Kugelobjective (s. d.), später Busch's Pantoscop (s. d.), ohne jedoch lichtstarke aplanatische Systeme erzeugen zu können.

II. Dr. Steinheil's Aplanate.

Die Erfindung symmetrischer, lichtstarker aplanatischer Doppelobjective gelang erst Dr. Adolph Steinheil (s. S. 46) im Jahre 1866 auf Grund scharfsinniger Berechnungen.

1) Dallmeyer, Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1860. S. 290. Aus Journ. London. Phot. Soc. Bd. 6, S. 247.

Kurze Zeit darauf (s. S. 46) trat Dallmeyer mit einer analogen Construction (nur nahm er Flint-Crown statt Schwer- und Leicht-Flintglas) hervor.

Eine Beschreibung des Steinheil'schen Aplanaten lag bis jetzt nicht vor, die Patentbeschreibung wurde von mir zum ersten Male in der 1. Auflage dieses „Handbuches" (Bd. I, S. 228) publicirt.

Im Folgenden theile ich diese hochinteressante Schrift mit:

„Die aplanatischen Photographie-Objective sind bestimmt zu Aufnahmen von Gruppen und Porträts (besonders im Freien), zu Reproductionen, zu Vergrösserungen, zu Interieurs, Architecturen und Landschaften.

Das Objectiv ist so construirt, dass es keinen chemischen Focus hat, die Kugelgestalt vollständig hebt und ein ebenes, von jeder Verzerrung freies Bild liefert. Dieses Bild kann bei Anwendung einer Blendungsöffnung, die $^1/_{30}$ der Brennweite beträgt, bis 90 Grad und noch darüber ausgedehnt werden, während für Fälle, in denen nur geringere Ausdehnung des Bildes nothwendig ist, die Helligkeit bis zu einer Blendungsöffnung gleich $^1/_8$ Brennweite gesteigert werden kann, ohne dass die Deutlichkeit abnimmt. Das Objectiv hat einen gemeinschaftlichen Hauptpunkt und ist gegen diesen vollkommen symmetrisch oder ähnlich; es besteht aus zwei positiven, achromatisirten, verkitteten Objectiven, deren jedes aus

zwei Flintglasmeniscen

gebildet ist. Von diesen beiden Meniscen, welche je ein achromatisches Objectiv bilden, hat der eine negative, der andere positive Brennweite: der negative Meniscus liegt aussen und wendet, wie auch der innen liegende positive Meniscus dem Mittelpunkte des Systemes seine Hohlfläche zu.

Die Halbmesser dieser Meniscen sind abhängig von den Brechungs- und Zerstreuungskräften der angewendeten Flintglas-Sorten und werden stets in der Art berechnet, dass die Brennweiten der positiven und negativen Meniscen so angenommen werden, dass, während der optische und chemische Strahl vereinigt sind (die Achse im nämlichen Punkte treffen) und zwei Flächen der Meniscen ineinander passen, die gewünschte Brennweite erreicht ist. Nun werden die Objective unter Beibehaltung des Ineinanderpassens der inneren Flächen und der Brennweiten der einzelnen Linsen so durch die Rechnung gebogen, bis gleichzeitig auch der Kugelgestaltfehler gehoben ist: zuletzt wird noch für die beiden gleichen oder ähnlichen Objective derjenige Abstand bestimmt, bei welchem das Bild eben wird. Die Aehnlichkeit der Objective bedingt die Aufhebung der Verzerrung; die Wahl der Flintglas-Arten diejenige Form, bei welcher keine Nebenbilder durch Reflexionen entstehen.

Natürlich kann dieses Objectiv in allen Dimensionen angefertigt werden und es lassen sich sehr verschiedene Flintglas-Sorten dazu verwenden, wobei jedoch immer zu berücksichtigen ist, dass bei grösseren Unterschieden in der Brechungs- und Zerstreuungskraft grössere Helligkeit, aber kleineres Gesichtsfeld erzielt wird und umgekehrt. Vergrössert man den absoluten Massstab, so muss Helligkeit und Gesichtsfeld etwas vermindert werden, damit die Deutlichkeit des Punktes sowohl in der Mitte, als auch am Rande des Sehfeldes die gleiche bleibt. Im Nachstehenden ist die Dimension für eine Sorte gegeben:

1. Brechungscoëfficient

	stärkeres Flint	schwächeres Flint
optischer Strahl (gelbes Licht) . .	1,61603	1,58329
chemischer Strahl (violettes Licht) .	1,64080	1,60372

Freie Oeffnung des Objectives 51‴

Wahre Brennweite . . . . 31″ 2‴

Erster Krümmungshalbmesser	+ 95,‴21 (erhaben)	} stärkeres Flint	
Zweiter „	— 39, 29 (hohl)	} Mittendicke 2,‴9	
Dritter „	+ 39, 29 (erhaben)	} schwächeres Flint	
Vierter „	—135, 0 (hohl)	} Mittendicke 5,‴0.	

Abstand bis zur Blendung 38‴.

Grösste Blendung 33‴; kleinste Blendung 11,‴3.

Die zweite Objectivhälfte ist vollkommen symmetrisch gegen die Blendung.

Das aplanatische Objectiv ist sowohl in der Construction, als im Effecte wesentlich verschieden von allen jetzigen Photographen-Objectiven.

Alle jetzigen Photographen-Objective bestehen entweder nur aus Crownglas oder aus Crown- und Flintglas, während das aplanatische Objectiv

nur aus Flintglas

besteht.

Hierdurch ist der grosse Vortheil erreicht, dass für dieselbe Bildgrösse bei grösserer Helligkeit weniger Linsen und kleinere Linsen erforderlich sind, als dies bei dem englischen Triplet-Objective, welches bis jetzt für dieselben Zwecke das beste war, der Fall ist; ferner wird bei diesem Objective die Form im Ganzen eine solche, dass keine für das Bild störenden Reflexe an den Glasflächen entstehen können. Endlich haben die Flintgläser unter einander viel proportionalere Spectren, als Crown- und Flintglas gegeneinander, wodurch nicht nur das optische, sondern auch das chemische Bild (das von den chemisch wirkenden Strahlen gebildete Bild) bedeutend an Präcision gewinnt.

In dieser Weise ist durch das aplanatische Objectiv die Möglichkeit gegeben, mit demselben Apparate Aufnahmen in den verschiedensten Branchen der Photographie zu machen und es ist dieser Apparat bei gleichen Bildgrössen kleiner und dadurch billiger, als alle früheren Constructionen.

München, den 14. Januar 1867.“

Steinheil opferte also bei gewissen seiner aplanatischen Linsencombinationen einen Theil der Helligkeit des Bildes, um andere Vorzüge, insbesondere einerseits die grösste Deutlichkeit in der Mitte und gegen den Rand zu bekommen, andererseits einen grossen Gesichtsfeldwinkel und Tiefe der Bilder zu erreichen.

Welche Gesichtspunkte Steinheil leiteten, als er verschiedene Aplanate zu verschiedenen Zwecken construirte, ist im Folgenden mitgetheilt:

Wenn auch der Kugelgestaltfehler im Allgemeinen behoben ist, so ist dennoch zu bemerken, dass der Kugelgestaltfehler für die violetten Strahlen streng gehoben sein kann, dies aber nicht mehr für die anderen Farben (z. B. Blau, Ultraviolett) der Fall ist. Alle farbigen Strahlen vereinigen sich nirgends zu Einem Punkte, sondern bilden an einer Stelle nur ein kleinstes Scheibchen; an diese Stelle ist die Ebene der deutlichen Einstellung gelegt und diese soll dieselbe sein für die verschiedenen farbigen Strahlen, wenn der chemische Focus gehoben ist.

Gibt man einem Objectiv im Verhältniss zur Brennweite eine grosse Oeffnung, so sind die erwähnten Zwischenfehler gross und wenn man auch durch Anwendung engerer Blendungen den Durchmesser des Scheibchens, das ein Punkt sein sollte, kleiner bekommt, als mit der grossen Blende, so bekommt man es doch nicht so klein, als man es bekommen könnte, wenn die Strahlen für die engere Blendungsöffnung möglichst richtig gelegt worden wären.

Hieraus folgt, dass für jene Fälle, welche die grösste Schärfe der Bilder erfordern (Reproductionen von Stichen in Strichmanier) mit Vortheil nur solche Objective verwendet werden können, bei denen der Kugelgestaltfehler und der chemische Focus für kleine Blendungsöffnung gehoben sind und welche deshalb auch grössere Helligkeit nicht mehr ertragen[1]).

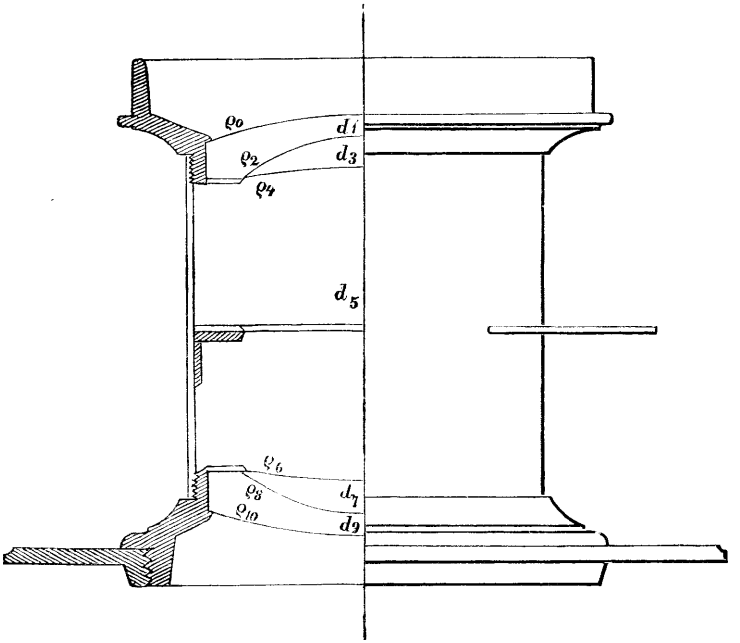


Fig. 46. Steinheil's Aplanat.

Wirksame Oeffnung 38,5 mm
Brennweite . . . 240 „
Brechungscoëfficient: $n_d = 1{,}58027$
$n_d' = 1{,}61912$
$\frac{d_n'}{d_n} = 1{,}2436.$

Krümmungsradius:
$\varrho_0 = \pm 62{,}84$ mm } Ordin. Flint $d_1 = 2{,}5$ mm (Dicke)
$\varrho_2 = + 26{,}236$ „
$\varrho_4 = - 91{,}411$ „ } Leicht Flint $d_3 = 4{,}7$ „
Abstand $d_5 = 43{,}0$ „
$\varrho_6 = - 91{,}411$ „ } Leicht Flint $d_7 = 4{,}7$ „
$\varrho_8 = \pm 26{,}236$ „
$\varrho_{10} = + 62{,}84$ „ } Ordin. Flint $d_9 = 2{,}5$ „

1) Je stärker gekrümmt die Linsen sind, um so schneller nimmt die Deutlichkeit des Bildes in der Mitte etc. mit der Vergrösserung des Linsendurchmessers bei gegebener Brennweite (Vermehrung der Lichtstärke des Objectives) ab; je flacher sie sind, desto grössere Linsenöffnungen kann man benutzen, bis die gestattete Grenze der Undeutlichkeit überschritten wird. Andererseits wird das Bild um so schneller gegen den Rand zu schlecht (Abnahme der Deutlichkeit gegen den Rand, wenn die Mitte scharf eingestellt ist), je flacher die Linsen werden.

Im Nachstehenden sind die verschiedenen Aplanate Steinheil's in ihrer neuesten Construction nach seinen Originalzeichnungen und Mittheilungen publicirt[1]).

A) Der gewöhnliche Aplanat.

„Der" Aplanat (nicht „das" Aplanat) ist zu Architecturen, Landschaften, Reproductionen, selbst zu Gruppen- und Momentaufnahmen im Freien sehr gut verwendbar. Das Verhältniss von Oeffnung zur Brennweite ist wie 1 : 6 oder 1 : 7; Gesichtsfeldwinkel circa 60 Grad (Fig. 46).

Die beiden Linsenpaare sind achromatisch; schraubt man die Vorderlinse ab, so gibt die Hinterlinse allein (mit Blenden) eine ziemlich gute einfache Landschaftslinse, welche ein doppelt so grosses Bild gibt. Steinheil löste das Problem, welches Dallmeyer durch die Tripletlinse mit 3 Linsenpaaren erreichte, durch zwei; ferner ist der Aplanat lichtstärker als diese, frei von allen Reflexbildern und Lichtflecken.

Gegenwärtig wird er in ausgedehntem Masse verwendet, wenn auch Steinheil selbst specielle Instrumente für Landschaften (Landschaftsaplanate, -Antiplanete), sowie für Reproductionen von grossen Bildern construirte.

Die Linsen der Aplanate sind so gelegt, dass sie für die grossen Blendungen möglichst guten Effect geben; wenn man sich mit geringerer Helligkeit begnügt, so kann man die absolute Deutlichkeit über das ganze Bild hin steigern (besser als wenn die Construction für grössere Oeffnung gerechnet und dann abgeblendet worden wäre), weshalb man zur Reproduction specielle Apparate construirt, ferner kann man dann den Gesichtsfeldwinkel vermehren (wichtig für Landschaften, um grössere Gleichmässigkeit der Helligkeit von der Mitte gegen den Rand zu erzielen[2]).

1) Auch diese Mittheilung erfolgte zuerst in der 1. Auflage dieses Werkes.

2) Verzeichniss der Steinheil'schen Aplanate:

Oeffnung		Brennweite		Bildgrösse				Preis in Mark
				mit voller Oeffnung		mit kleinster Blende		
mm	Lin.	cm	Zoll	cm	Zoll	cm	Zoll	
15,8	7	9,5	3 1/2	6,8 × 5,4	2 1/2 × 2	10,2 × 8,8	3 3/4 × 3 1/4	42
24,8	11	14,2	5 1/4	9,5 × 7,5	3 1/2 × 2 3/4	14,9 × 13 5	5 1/2 × 5	57
31,6	14	18,9	7	12,2 × 9,5	4 1/2 × 3 1/2	20,3 × 17,6	7 1/2 × 6 1/2	75
42,9	19	27,7	10 1/4	16,9 × 13,5	6 1/4 × 5	28,4 × 23,0	10 1/2 × 8 1/2	105
51,9	23	35,9	13 1/4	21,7 × 17,6	8 × 6 1/2	30,5 × 25,7	11 1/4 × 9 1/2	132
60,9	27	44,0	16 1/4	25,7 × 21,7	9 1/2 × 8	32,5 × 28,4	12 × 10 1/2	204
74,5	33	53,8	19 3/4	31,8 × 26,4	11 3/4 × 9 3/4	37,9 × 30,5	14 × 11 1/4	300
88,0	39	63,6	23 1/2	37,9 × 31,1	14 × 11 1/2	43,3 × 32,5	16 × 12	396
115	51	83,9	31	43,3 × 33,8	16 × 12 1/2	56,8 × 43,3	21 × 16	585

Seit dem Jahre 1886 führte Dr. Steinheil in die Fabrikation der Aplanate die neuen Jenenser Gläser ein. Er steigerte durch die passende Wahl der Glassorten und Krümmungsradien die Helligkeit seiner Aplanate auf die relative Helligkeit $^1/_6$. Ausserdem machte er die Distanz der Vorder- und Hinterlinse verstellbar, so dass der Aplanat bei der grössten Annäherung beider Gläser für Reproductionen bestimmt war [1]), während bei grösserer Linsendistanz er für Gruppenaufnahmen diente.

Diese modernen Aplanate werden mit dem Namen „Universal-Aplanate" bezeichnet. Fig. 47 zeigt einen solchen Steinheil'schen Universal-Aplanaten, wie ihn Dr. Steinheil zuerst im Juli 1886 construirte.

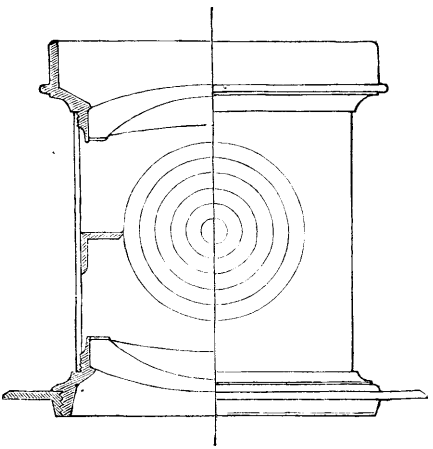


Fig. 47. Steinheil's Universal-Aplanat.

95 mm Oeffnung,
522 mm Brennweite.

Flintglas . . .	$n' = 1{,}59000$
(Abbé No. 184) .	$N' = 1{,}60122$
Crown	$n' = 1{,}53660$
(Abbé No. 214) .	$N' = 1{,}54441$

Diese Aplanate sind bestens zu Gruppenbildern, ferner zu Reproductionen, bei welchen es auf grössere Helligkeit ankommt (z. B. orthochromatischen Aufnahmen), zu empfehlen.

Für Momentaufnahmen im Freien eignet sich der Aplanat gleichfalls gut, jedoch wird der Antiplanet wegen der grösseren Helligkeit und dem etwas planerem Bilde zumeist vorgezogen, jedoch nur bis zu Dimensionen von beiläufig 50—80 mm Linsendurchmesser, weil darüber hinaus die Antiplanete zu schwer werden. Für grössere Objective wird zu den Aplanaten gegriffen, da bei diesen viel dünnere Glasmassen nöthig sind und somit das Instrument handlicher und leichter herzustellen ist.

B) Der Landschafts-Aplanat

ist weniger hell, als der gewöhnliche Aplanat. Die wirksame Oeffnung ist $^1/_{12}$ bis $^1/_{15}$ der Brennweite, dass Gesichtsfeld dieser Apparate ist noch grösser (circa 95 Grad) als das der Aplanate, so dass mit einem solchen Instrumente mehr vom Bilde auf eine gewisse Platte gebracht werden kann und grössere Schärfe und Tiefe des Randbildes erreicht wird. Der Landschafts-Aplanat (Fig. 48) besitzt grosse Tiefe und grösseren Gesichtsfeldwinkel und wird deshalb von Landschaftsphoto-

1) Durch den geringeren Linsenabstand ist die Vertheilung des Lichtes über die ganze Platte gleichmässiger.

graphen häufig verwendet. In den sog. „combinirten Objectiv-Sätzen" spielt diese Combination eine Hauptrolle [1]).

Bei demselben sind die Linsen einander sehr genähert, mehr als beim Aplanat. Er besitzt Centralblenden und hat mit grösster wirksamer Oeffnung nur etwa $^1/_5$ der Helligkeit des gewöhnlichen Aplanates.

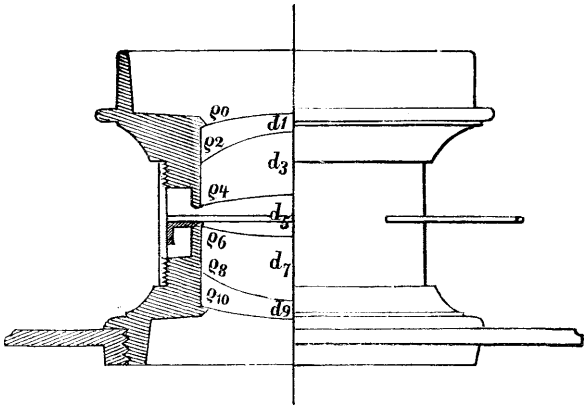


Fig. 48. Steinheil's Landschafts-Aplanat.

Wirksame Oeffnung 23 mm
Brennweite . . . 240 „
Brechungscoëfficient: $n_d = 1{,}58027$
$n_{d'} = 1{,}61588$
$\frac{d_{n'}}{d_n} = 1{,}2161.$

Krümmungsradius:
$\varrho_0 = \pm 45{,}730$ mm, $\varrho_2 = +20{,}100$ „ } Ordin. Flint $d_1 = 2{,}24$ mm (Dicke)
$\varrho_4 = -56{,}272$ „ } Leicht Flint $d_3 = 8{,}7$ „
Abstand $d_5 = 5{,}61$ „
$\varrho_6 = -56{,}272$ „, $\varrho_8 = \pm 20{,}100$ „ } Leicht Flint $d_7 = 8{,}7$ „
$\varrho_{10} = +45{,}730$ „ } Ordin. Flint $d_9 = 2{,}24$ „

1) Verzeichniss der Steinheil'schen Landschafts-Aplanate:

Oeffnung		Brennweite		Bildgrösse mit voller Oeffnung		Bildgrösse mit kleinster Blende		Preis in Mark
mm	Lin.	cm	Zoll	cm	Zoll	cm	Zoll	
12	5,3	12,2	$4^1/_2$	9,5 × 7,5	$3^1/_2 \times 2^3/_4$	15 × 12	$5^1/_2 \times 4^1/_2$	60
17	7.5	16,2	6	12,5 × 10	$4^1/_2 \times 3^3/_4$	20 × 15	$7^1/_3 \times 5^1/_2$	75
23	10,2	24	$8^7/_8$	17,5 × 13,8	$6^1/_2 \times 5$	28 × 20	$10^1/_3 \times 7^1/_3$	105
36	16	39	$14^3/_8$	26,3 × 20,7	$9^3/_4 \times 7^1/_2$	35 × 28	13 × $10^1/_3$	204
54	24	60	22	36 × 28	$13^1/_3 \times 10^1/_3$	52 × 41	19 × 15	400

Die kleineren Nummern der Landschafts-Aplanate finden häufig zu Detectivcameras Verwendung, da sie bei Aufnahmen im Freien bei gutem Lichte noch hinlänglich lichtstark sind und ausgedehntere scharfe Bilder als der Aplanat geben.

C) Der Weitwinkel-Aplanat für Landschaften

hat $^1/_{20}$ bis $^1/_{25}$ seiner Brennweite als wirksame Oeffnung. Durch Verminderung der Helligkeit (fast $^1/_{10}$ gegenüber dem Aplanat) ist Tiefe

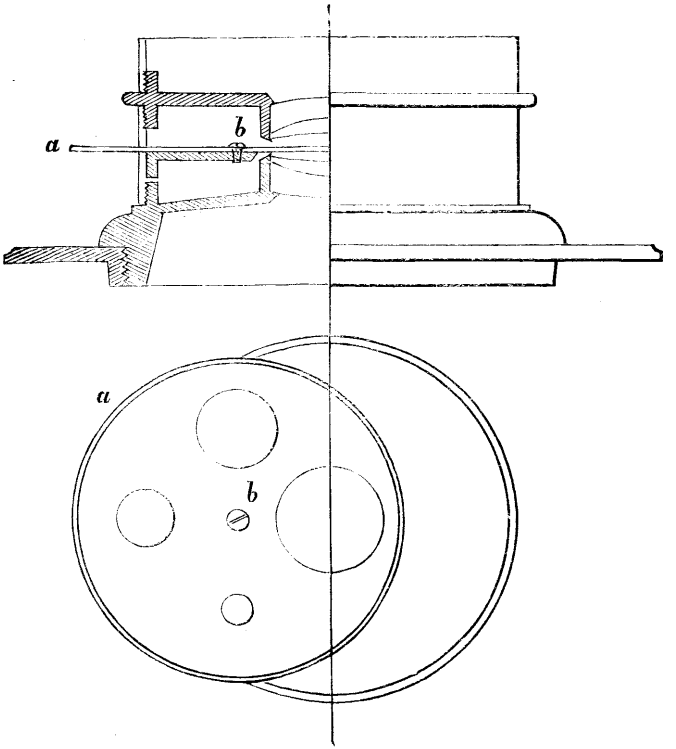


Fig. 49. Steinheil's Weitwinkel-Aplanat für Landschaften mit Rotationsblenden.

Wirksame Oeffnung 13,5 mm
Brennweite . . . 240 „
Brechungscoëfficient: $n_d = 1{,}57762$
$n_{d'} = 1{,}61317$
$\frac{d_{n'}}{d_n} = 1{,}1895.$

Krümmungsradius:

$\rho_0 = \pm 34{,}76$ mm	}	Ordin. Flint	$d_1 = 2{,}9$ mm
$\rho_2 = + 15{,}64$ „			
$\rho_4 = - 41{,}418$ „	}	Leicht Flint	$d_3 = 2{,}0$ „
		Abstand	$d_5 = 4{,}0$ „
$\rho_6 = - 41{,}418$ „	}	Leicht Flint	$d_7 = 2{,}0$ „
$\rho_8 = \pm 15{,}64$ „			
$\rho_{10} = + 34{,}76$ „	}	Ordin. Flint	$d_9 = 2{,}9$ „

und Bildgrösse bedeutend vermehrt. Das Instrument umfasst einen grossen Winkel und bietet bei Landschaftsaufnahmen bei guter Beleuchtung grossen Vortheil. Im Allgemeinen soll man es nur benutzen, wenn ein sehr grosser Bildwinkel verlangt ist, so dass der Landschafts-Aplanat nicht mehr ausreicht oder auf eine gegebene Platte ein möglichst umfassendes Bild einer Landschaft kommen soll; man beachte, dass die Exposition wesentlich länger, als die des Landschafts-Aplanates ist. Für Interieur-Aufnahmen ist er sehr geeignet, weil er bei geringer Aufstelldistanz grosse Bilder gibt [1]). Das Instrument hat sehr kleine

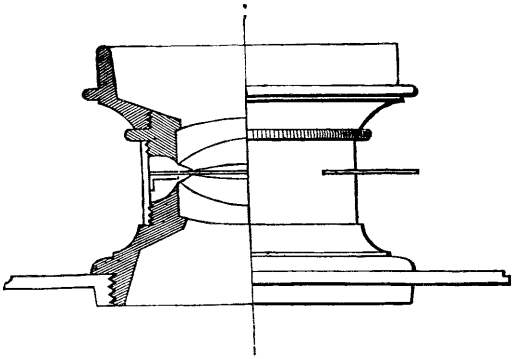


Fig. 50. Steinheil's Weitwinkel-Aplanat für Reproduction.

Wirksame Oeffnung 13 mm
Brennweite . . . 240 „
Brechungscoëfficient: $n_d = 1{,}57762$
$n_{d'} = 1{,}61317$
$\frac{d_{n'}}{d_n} = 1{,}1895.$

Krümmungsradius:
$\rho_0 = \pm 33{,}437$ mm } Ordin. Flint $d_1 = 2{,}77$ mm
$\rho_2 = +14{,}934$ „
$\rho_4 = -39{,}001$ „ } Leicht Flint $d_3 = 3{,}64$ „
Abstand $d_5 = 1{,}73$ „
$\rho_6 = -39{,}001$ „ } Leicht Flint $d_7 = 3{,}64$ „
$\rho_8 = \pm 14{,}934$ „
$\rho_{10} = +33{,}437$ „ } Ordin. Flint $d_9 = 2{,}77$ „

1) Verzeichniss der Steinheil'schen Weitwinkel-Landschaftsaplanate:

Oeffnung		Brennweite		Durchmesser des runden Bildes mit kleinster Blende		Preis in Mark
mm	Linien	cm	Linien	cm	Zoll	
7	3,1	12,1	54	25	$9^1/_2$	60
10,5	4,7	18,2	80,7	37	$13/^2_3$	100
14,5	6,4	26,2	116	44	$16^1/_3$	150

Linsen; es besitzt Rotationsblenden, zu deren Befestigung die Fassung erweitert ist und die sich um *b* (Fig. 49) drehen; der Gesichtsfeldwinkel beträgt über 104 Grad. — Es war das erste vollkommene Weitwinkel-Objectiv, welches für photographische Zwecke construirt wurde und wird gegenwärtig sehr häufig verwendet, da es bei kurzen Aufstelldistanzen sehr gute Dienste leistet.

D) Der Weitwinkel-Aplanat für Reproductionen

ragt ebenso durch Deutlichkeit wie durch gleichmässige Helligkeit hervor. Er ist ebenso lichtschwach wie der Weitwinkel-Aplanat für Landschaften, aber übertrifft dieses Instrument an Schärfe, wenn eine zu reproducirende Zeichnung dem Objectiv so nahe gerückt wird, dass es in gleicher Grösse oder darüber erscheint, weshalb er besonders zur Vervielfältigung von grossen Karten etc. benützt wird. Dagegen hat dieses Objectiv eine geringere Tiefe der Schärfe, so dass es sich nicht so gut zur Aufnahme von Landschaften (wo die Schärfe auf Vorder- und Hintergrund gleichmässig vertheilt sein muss) eignet (Fig. 50). Wegen der kleinen, einander sehr nahe stehenden Linsen sind zur Umkehrung der Bilder verhältnissmässig kleine Prismen nöthig. Zwischen den Linsen befindet sich ein Ring, so dass man auch ohne Blende den Apparat niemals mit voller Oeffnung benutzen kann [1]). Dieses Objectiv ist für Reproductions-Anstalten, welche Strichzeichnungen in grossen Formaten aufzunehmen haben, fast unentbehrlich.

E) Der Porträt-Aplanat

wird gegenwärtig nicht mehr erzeugt, da er durch den Antiplanet ersetzt ist.

Die Idee, ein Porträt-Objectiv zu construiren, welches zwei verkittete Linsenpaare besitzt und somit nur vier Brechungen von Luft in Glas hat, während die gewöhnlichen bei den bis dahin construirten Petzval'schen nur ein verkittetes Linsenpaar und zwei getrennt stehende Linsen besassen, verwerthete Adolph Steinheil practisch. Er nahm unterm 25. Januar 1874 ein bayrisches Patent darauf, welches er im März 1875 verbesserte, indem er etwas andere Glassorten, als sie den Angaben in jenem

1) Verzeichniss der Steinheil'schen Weitwinkel-Aplanate für Reproductionen:

Oeffnung		Brennweite		Durchmesser des runden Bildes		Preis in Mark
mm	Linien	mm	Zoll	mm	Zoll	
25,2	11,2	36,5	$13^1/_2$	36	$13^1/_4$	180
30	13,3	45,7	$16^2/_3$	48	$17^1/_2$	250
42,9	19	60,1	22	61	$22^1/_2$	343
59	26,2	97,5	36	84	31	800
64	28,4	122,4	$45^1/_3$	100	$38^1/_2$	1400
72	32	142,3	$52^1/_2$	120	$44^1/_2$	2000

Patente zu Grunde lagen, verwendete, wodurch ein besserer Effect in Bezug auf Deutlichkeit, Helligkeit und Ausdehnung des Bildes erreicht wurde.

Der Porträt-Aplanat Dr. Steinheil's (nicht zu verwechseln mit dem gewöhnlichen Aplanat und dem Gruppen-Aplanat!!) gestattet die Anwendung einer wirksamen Oeffnung, welche gleich ist dem dritten Theile der Brennweite und gibt hierbei ganz deutliche, vollkommen correct gezeichnete Bilder. Während bei den Petzval'schen Porträt-Objectiven 6 Brechungen des Lichtes von Luft in Glas sind, haben die Steinheil'schen (ähnlich wie die später von Voigtländer construirten Objective mit der neuen Patenthinterlinse) nur 4, somit weniger Lichtverlust und viel weniger, durch nur zweimalige Spiegelung in der Richtung gegen das Bild weitergehendes falsches Licht, weshalb die Porträt-Aplanate klarere Bilder geben und stärkere Beleuchtung der aufzunehmenden Objecte ertragen sollten.

Es ist charakteristisch, dass der Porträt-Aplanat aus Crownglas und Flintglas zusammengesetzt ist.

Nachfolgendes sind die Glassorten, welche zu diesem Objective benutzt wurden:

Brechungscoëfficient für	Crownglas	Flintglas
Optischer Strahl (gelbes Licht)	1,51468	1,57496
Chemischer Strahl (violettes Licht)	1,53049	1,60015

Die beiden Linsensysteme, aus welchen der Apparat besteht, wurden gleich gross gemacht und die Dimensionen für ein Instrument von 12 Zoll wahrer Brennweite waren folgende:

Wirksame Oeffnung des Objectives: 4 Zoll = 48 Linien.

Vorderlinse:

1. Krümmungshalbmesser	$(r_1) = +\ 72,'''41$ (erhaben)	} Flintglas; Mittendicke 2,'''88	
2. „	$(r_2) = -\ 35,\ 02$ (hohl)		
3. „	$(r_3) = +\ 35,\ 02$ (erhaben)	} Crownglas; Mittendicke 7,'''25	
4. „	$(r_4) = -209,\ 36$ (hohl)		

Hinterlinse:

5. Krümmungshalbmesser	$(r_5) = -384,'''1$ (hohl)	} Crownglas; Mittendicke 9'''	
6. „	$(r_6) = +\ 35,\ 02$ (erhaben)		
7. „	$(r_7) = -\ 35,\ 02$ (hohl)	} Flintglas; Mittendicke 2,'''88	
8. „	$(r_8) = +101,\ 8$ (erhaben)		

Linsenabstand = 78,'''7.

Von dem gewöhnlichen Aplanat, dem Landschafts- und Weitwinkel-Aplanat Steinheil's unterscheidet sich der Porträt-Aplanat dadurch, dass er die Vorder- und Hinterlinse nicht symmetrisch hat, was aber beim Gruppen-Aplanat nicht der Fall ist.

Als besonderes Charakteristicon des Porträt-Aplanaten gibt Steinheil in der Patentschrift das gleichzeitige Vorhandensein der folgenden sechs Punkte:

1. Die zwei achromatischen Linsen-Systeme, aus denen der Apparat besteht, sind beide verkittet.

2. Diese beiden achromatischen Linsensysteme stehen miteinander in einem Abstande, welcher grösser ist, als die Hälfte der wahren Brennweite des ganzen Objectives.

3. Die Flächen r_1 und r_8 sind erhaben, r_1 mit einem kürzeren Halbmesser als r_8.

4. Die Flächen r_2 und r_6 (sowie r_3 und r_7) haben gleiche oder nahezu gleiche Halbmesser.

5. Die Fläche r_4 ist mit einem kürzeren Halbmesser hohl als derjenige, mit welchem die Fläche r_5 erhaben ist.

6. Die beiden aussenliegenden Linsen sind aus stärker brechenden, die beiden innen liegenden aus der schwächer brechenden Glassorte.

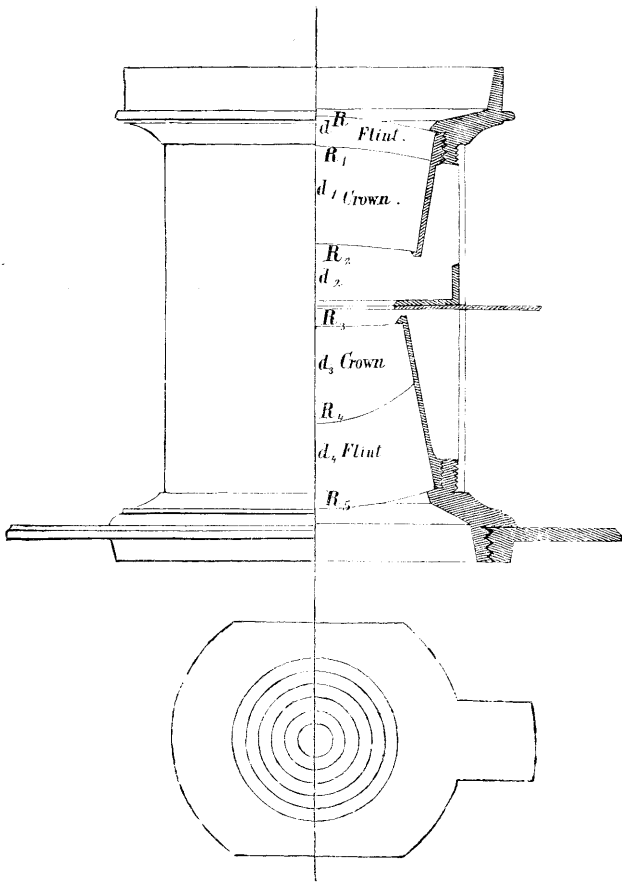


Fig. 51. Steinheil's Gruppen-Aplanat.

Die verwendeten Glassorten waren:

	Crown	Flint
Brechung für gelbe Strahlen	= 1,51705	1,57762
Brechung für violette Strahlen	= 1,53250	1,60262.

Die nöthigen Elemente, um das Instrument bei einer Oeffnung von 36 mm bei einer Brennweite von 174 mm anzufertigen, waren folgende:

d = 5 mm { $R = \pm$ 70,128 mm } Flint } Vorderlinse.
{ $R_1 = +$ 66,816 „ }
d_1 = 16 „ { $R_2 = -$ 100,78 „ } Crown }
d_2 = Abstand der beiden Linsencombinationen = 13 mm.
d_3 = 16 mm { $R_3 = -$ 120,75 mm } Crown } Hinterlinse.
{ $R_4 = \pm$ 22,5 „ }
d_4 = 14 „ { $R_5 = +$ 57,797 „ } Flint }

Die Porträt-Aplanate Steinheil's hatten aber gegenüber den Petzval'schen Porträt-Objectiven nicht die gewünschten Vorzüge.

F) Der Gruppen-Aplanat

(wird gegenwärtig nicht mehr erzeugt, da die Antiplanete an deren Stelle gesetzt wurden).

Im Jahre 1879 construirte Steinheil den Gruppen-Aplanat, welcher lichtstärker als der gewöhnliche Aplanat war, sich vortrefflich zu Momentaufnahmen im Freien eignete, da er scharf und tief zeichnete. Er wurde in Deutschland patentirt[1]). Der Gruppen-Aplanat hatte einen Gesichtsfeldwinkel von circa 70 Grad; die Helligkeit war $1^3/_4$ mal grösser, als beim gewöhnlichen Aplanat.

Das Objectiv Fig. 51 war zur photographischen Aufnahme von Gruppen, auch von Porträts und Landschaften bestimmt. Die Construction gestattete bei sonst gleichen Verhältnissen nur etwa halbe Expositionszeit von den Aplanaten.

Die Zeichnung zeigt das Instrument theils im Durchschnitt, theils in der Ansicht, auch ist aus derselben ersichtlich, dass die Linsen bedeutend konisch waren, wobei als wesentlich zu bezeichnen ist, dass die wirksame Oeffnung der inneren Flächen R_2 und R_3 eine kleinere war, als die der äusseren Flächen R und R_5.

Bei diesen Instrumenten ist es von Nachtheil, dass sie so dick im Glase sind, was sie nicht nur schwer macht, sondern bei der Herstellung grösserer Sorten grosse Schwierigkeiten bietet. Deshalb ging Steinheil von dieser Construction zu der antiplanetischen über (s. Gruppen-Antiplanet).

III. Voigtländer's Euryscope.

Die Voigtländer'schen Euryscope gehören zu dem Typus der Aplanate (s. S. 70); sie sind symmetrische Doppelobjective, welche anfangs von Voigtländer (im Jahre 1878) zunächst zu Gruppenaufnahmen und Reproductionen mit der Helligkeit $\frac{f}{6}$ construirt wurden[2]), und etwas heller als die damals erzeugten Aplanate waren. Er nannte diese Objective „Euryscope"; sie hatten einen Gesichtsfeldwinkel von beiläufig 70—80 Grad.

In der Folge construirte Ritter von Voigtländer auch Landschafts-Euryscope, Weitwinkel-Euryscope etc. mit grösserem Gesichtsfeldwinkel und geringerer Helligkeit und andererseits seit 1886 sog. „Porträt-Euryscope", welche eine grosse Helligkeit besitzen

1) Deutsche Patentschr. 1879. (No. 6189.)

2) Die Dimensionen des damals erzeugten Euryscopes, auf die wahre Brennweite 10 cm reducirt, verglichen mit dem Aplanate sind die folgenden:

Euryscop	Aplanat
$R_1 = R_6 = 2{,}52$	$R_1 = R_6 = 2{,}506$
$R_2 = R_5 = 1{,}062$	$R_2 = R_5 = 1{,}037$
$R_3 = R_4 = 3{,}22$	$R_3 = R_4 = 3{,}346$
Distanz beider Linsen circa 1,98.	Distanz beider Linsen = 1,54.

und als Ersatz für die Porträt-Objective (Petzval's System) mittlerer Helligkeit dienten; alle diese Constructionen erfuhren (in ähnlicher Weise, wie wir dies bereits bei den Steinheil'schen Aplanaten erwähnt haben) im Jahre 1888 eine Verbesserung durch Einführung der neuen Jenenser Gläser, wodurch bei gleicher Helligkeit die Schärfe der Zeichnung und der Gesichtsfeldwinkel bedeutend vergrössert werden konnte, ohne dadurch die Ebenheit des Bildes zu beeinträchtigen; die Berechnungen hierfür rührten von Dr. Kaempfer in Braunschweig her.

Die Constructionen und Eigenschaften der verschiedenen Sorten von Euryscopen sind die nachstehenden:

Porträt-Euryscope.

1. Lichtstarke Porträt-Euryscope II.

Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite = 1 : 4 [1]). Gesichtsfeldwinkel 53 Grad.

No.	Oeffnung des Objectivs		Brennweite des Objectivs	Durchmesser des runden Bildes	Normalplatte	Preis
	Zoll	cm	cm	cm	cm	Mark
3	2	5,3	20,2	21,5	12 × 16	130
4	$2^1/_2$	6,6	26,3	28	15 × 18	190
5	3	7,9	30,9	33	18 × 24	260
6	$3^1/_2$	9,2	37,8	38	21 × 26	360
7	4	10,5	47	47	29 × 34	480

2. Porträt-Euryscope mit grösserem Gesichtsfeld III.

Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite = 1 : $4^1/_2$. Gesichtsfeldwinkel 56 Grad. (Fig. 52.)

Diese Objective besitzen von allen Porträt-Objectiven den grössten Gesichtsfeldwinkel und ermöglichen daher die Aufnahme von Gruppen in beschränkten Ateliers, wo die gewöhnlichen Euryscope der langen Brennweite halber nicht mehr zur Anwendung gelangen können und füllen infolge dieser Eigenschaft eine bisher bestandene Lücke in der Reihe der photographischen Objective aus. Die kleineren Nummern von 1A bis 4A sind für die schnellsten Augenblicksaufnahmen sehr geeignet.

1) Nur um dem bisherigen Verhältniss zwischen Oeffnung und Brennweite Rechnung zu tragen, wurde diese Gattung der Porträt-Euryscope construirt, empfehlenswerther für alle Zwecke der Porträt-Photographie sind jedoch die folgenden (unter 2.) verzeichneten.

No.	Oeffnung des Objectivs		Brennweite des Objectivs	Durchmesser des runden Bildes	Normalplatte	Preis	
						ohne Trieb	mit Trieb
	Zoll	cm	cm	cm	cm	Mark	
1 A	$1^1/_2$	4	16,3	18,5	10×13	90	110
2 A	$1^3/_4$	4,6	19,8	21,5	12×16	110	130
3 A	2	5,3	21,7	24	13×18	140	160
4 A	$2^1/_2$	6,6	28,6	31	16×21	200	230
5 A	3	7,9	34,4	38	21×26	280	320
6 A	$3^1/_2$	9,2	41,2	42	24×30	400	—
7 A	4	10,5	51,4	51	30×40	520	—
8 A	5	13,2	67,2	65	40×50	950	—

Dieselben unterscheiden sich von allen anderen Porträt-Objectiven durch ihre vollkommene symmetrische Form (Fig. 52). Sie sind aus zwei absolut gleichen achromatischen, verkitteten Linsenpaaren zusammengesetzt.

Die Brechungszeiger der Gläser sind entsprechend $n_D = 1{,}60$ bez. 1,626 und 1,545. Die Krümmungen stehen im Verhältniss von 2,25 : 1 : 4,9. Die Blenden sind so abgestuft, dass die Belichtungszeiten sich verhalten wie 1 : 2 : 4 : 7 : 11.

3. Euryscope IV.

Objective zur Aufnahme von Gruppen und Landschaften. Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite = 1 : 5,6. Gesichtsfeldwinkel 70 Grad.

Diese Instrumente sind wegen ihres günstigen Oeffnungsverhältnisses und der dadurch bedingten verhältnissmässig grossen Lichtstärke, Tiefe und des grossen Gesichtsfeldes allgemein sehr beliebt.

Diese vorzüglichen Eigenschaften sind neuerdings durch die Einführung der Jenenser Specialgläser (wie oben erwähnt) bedeutend erhöht worden, insbesondere die Lichtstärke (durch die grössere Durchlässigkeit der Gläser), die Ebenheit und Grösse des Gesichtsfeldes, sowie die Schärfe der Zeichnung, so dass diese Instrumente sich dem Ziel der allgemeinsten Verwendbarkeit noch sehr wesentlich genähert haben.

Infolge dieser günstigen Eigenschaften sind sie besonders zur Aufnahme von Gruppen im Atelier und zu Landschaftsaufnahmen geeignet, wozu der Bildwinkel von mehr als 70 Grad vollständig ausreicht. Ihre Lichtstärke ist eine so grosse, dass sie zu den schnellsten Augenblicks-Aufnahmen im Freien und unter Anwendung von Trockenplatten selbst für gewöhnliche Porträtzwecke im Atelier vielfach Verwendung finden, da sie in diesem Falle keiner Abblendung bedürfen. Besonders dienen die grösseren Nummern zur Aufnahme von grossen

Köpfen, weil sie eine Tiefe der Schärfe liefern, die von keinem Porträtobjectiv erreicht wird [1]).

Die Form (Fig. 53) ist vollkommen symmetrisch, aus zwei gleichen verkitteten Linsenpaaren bestehend. Die Glasarten sind so gewählt, dass die Linsenpaare unter Beibehaltung einer möglichst kurzen Brennweite eine grosse Annäherung gestatten; auf diese Weise wurde das

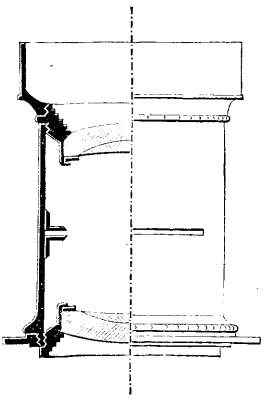


Fig. 52. Porträt-Euryscop.

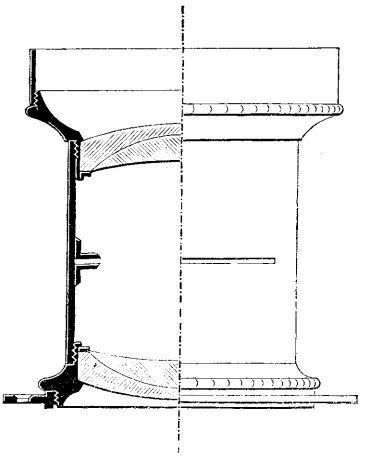


Fig. 53. Euryscop (IV).

Gesichtsfeld bis über 70 Grad erweitert. Die Brechungszeiger der Gläser sind $n_D = 1{,}565$ und $1{,}507$. Die Krümmungen verhalten sich wie

1) Verzeichniss der Voigtländer'schen Euryscope IV; dieselben werden in folgenden 11 Grössen ausgeführt:

No.	Oeffnung des Objectivs		Brennweite des Objectivs	Durchmesser des runden Bildes	Normalplatte	Preis Mark	
	Zoll	cm	cm	cm	cm	mit Schieber-Blenden	mit Iris-Blenden
0	1	2,6	12,7	20	9 × 12	60	70
00	1 1/4	3,3	17,4	27	13 × 18	80	90
1	1 1/2	4	21,6	32	13 × 21	100	112
2	1 3/4	4.6	25,4	38,5	18 × 24	116	128
3	2	5,3	29,1	42	21 × 26	140	152
4	2 1/2	6,6	38,2	51	24 × 30	200	212
5	3	7,9	44,8	62	30 × 40	300	—
6	3 1/2	9,2	54,7	74	40 × 50	400	—
7	4	10,5	65,5	87	50 × 60	520	—
8	5	13,2	85,2	110	60 × 70	950	—
9	6	15,8	107	135	70 × 80	2250	—

2,3 : 1 : 3,3. Die Blenden sind so abgestuft, dass das Verhältniss der entsprechenden Belichtungszeiten ist: 1 : 2 : 4 : 8 : 16 : 32.

4. Rapid-Weitwinkel-Euryscope V.

Neue Construction. Objective zur Aufnahme von Gruppen. Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite = 1 : 6. Gesichtsfeldwinkel 80 Grad. (Fig. 54.)

Infolge der besonderen Eigenschaften der Jenenser Specialgläser ist es gelungen, Objective von beinahe gleicher Lichtstärke wie die Euryscope IV herzustellen, welche aber noch einen weit grösseren Bildwinkel besitzen. Für Gruppenaufnahmen sind sie von grossem Werth, wenn die Kürze des Ateliers nicht gestattet, Instrumente von längerer Brennweite wie die Euryscope IV anzuwenden, weil sie bei gleicher Brennweite eine grössere Platte liefern als jene, d. h. mehr Gegenstände ins Bild aufnehmen.

Die kleineren Nummern fanden eine ausgebreitete Verwendung für Amateurzwecke [1]).

Durch sorgfältige Wahl aus den neuen Specialgläsern von Jena und vermöge der Einführung der Glasdicken als Rechenelement wurden bei diesen Constructionen manche Vortheile erreicht, insbesondere der des grösseren Gesichtsfeldes bei gleichbleibender grösster Oeffnung von $\frac{f}{6}$. Die Gläser sind die denkbar leichtesten von der Brechung 1,56 und 1,505. Die Krümmungshalbmesser stehen im Verhältniss 2,09 : 1 : 3. No. 1 von 18‴ = 40 mm Oeffnung hat eine Brennweite von 237 und einen Gesichtsfelddurchmesser von 420 mm. Demnach ist der Winkel 83 Grad und die grösste Oeffnung $\frac{f}{6}$.

1) Verzeichniss von Voigtländer's Rapid-Weitwinkel-Euryscopen V:

No.	Oeffnung des Objectivs		Brennweite des Objectivs	Durchmesser des runden Bildes	Normalplatte	Preis Mark	
	Zoll	cm	cm	cm	cm	mit Schieber-Blenden	mit Iris-Blenden
0	1	2,6	13,8	28	13 × 18	75	85
00	$1^1/_4$	3,3	20,1	37	18 × 24	100	110
1	$1^1/_2$	4	23,7	42	21 × 26	130	142
2	$1^3/_4$	4,6	27,8	47	24 × 30	170	182
3	2	5,3	31,8	53	29 × 34	220	232
4	$2^1/_2$	6,6	39,5	65	30 × 40	300	312
5	3	7,9	48,7	75	40 × 50	400	—

5. Euryscope mit grösserem Gesichtsfeld VI.

Objective zur Aufnahme von Landschaften und Reproductionen. Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite = 1 : $7^3/_4$. Gesichtsfeldwinkel 80 Grad.

In Fällen, wo die Lichtstärke weniger in Betracht kommt, dagegen auf grosse Tiefe, namentlich auf grösseren Bildwinkel Werth gelegt wird, also vornehmlich bei Aufnahmen im Freien, sind die nachstehend verzeichneten Euryscope die geeignetsten Objective und empfehlen sich dieselben auf Grund obiger Eigenschaften vorzüglich zu Aufnahmen von Landschaften und Reproductionen. (Fig. 55.)

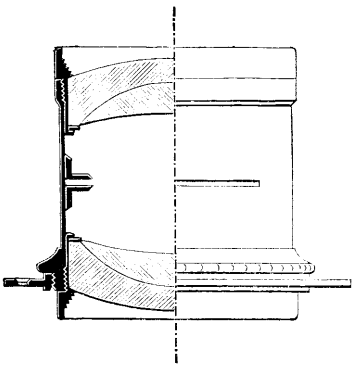


Fig. 54. Rapid-Weitwinkel-Euryscop (V).

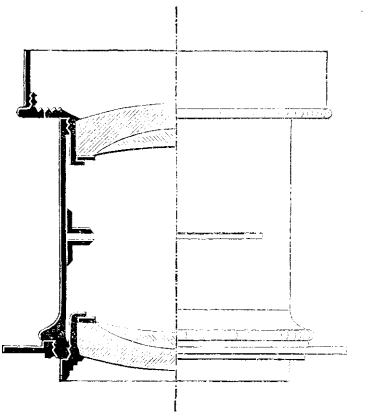


Fig. 55. Euryscop mit grösserem Gesichtsfeldwinkel (VI).

Die grösseren Nummern können auch zu Aufnahmen von Gruppen im Freien verwendet werden [1]).

1) Verzeichniss von Voigtländer's Euryscopen VI:

No.	Oeffnung des Objectivs		Brennweite des Objectivs	Durchmesser des runden Bildes	Normalplatte	Preis Mark	
	Zoll	cm	cm	cm	cm	mit Schieber-Blenden	mit Iris-Blenden
0A	1	2,6	17,8	34	13 × 18	68	78
00A	$1^1/_4$	3,3	24	42	16 × 21	84	94
1A	$1^1/_2$	4	29,5	48	18 × 24	112	124
2A	$1^3/_4$	4,6	35,8	56	24 × 30	132	144
3A	2	5,3	42,1	63	30 × 40	160	172
4A	$2^1/_2$	6,6	50	73	40 × 50	240	252
5A	3	7,9	60,9	88	50 × 60	352	—
6A	$3^1/_2$	9,2	72,4	103	60 × 70	460	
7A	4	10,5	86,9	120	70 × 80	600	
8A	5	13,2	108	150	90 × 100	1100	—

Diese Objective sind von ähnlicher symmetrischer Form wie die Euryscope IV. Auch die Gläser sind von demselben Typus, nur dass sie eine längere Brennweite ergeben und eine noch grössere Annäherung der Linsenpaare gestatten. Das Gesichtsfeld wird dadurch weiter (bis auf 80 Grad) ausgedehnt und ebener. Die Krümmungen sind weit stärker, sie verhalten sich wie 1,98 : 1 : 2,8.

6. Weitwinkel-Euryscope VII.

Zur Aufnahme von Landschaften, Innenräumen und für Reproductionen. Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite = 1 : 11. Gesichtsfeldwinkel 93 Grad. (Fig. 56.)

Unter Umständen, besonders für genannte Zwecke, ist es oft unvermeidlich, Aufnahmen von einer sehr kurzen Entfernung aus zu machen, und müssen hierzu Objective mit sehr grossem Bildwinkel angewendet werden. Diesen Zweck erfüllen die Weitwinkel-Euryscope, welche einen ausserordentlich grossen Bildwinkel umfassen, und daher Gegenstände, welche bei den gewöhnlichen Euryscopen schon gar nicht mehr ins Bild fallen würden, noch vollkommen darin aufnehmen. Aus dem gleichen Grunde eignen sie sich vorzüglich zur Aufnahme von Innenräumen und zu allen Arten von Reproductionen. Bei dieser Gattung von Objectiven insbesondere sind die neuen Specialgläser von Jena mit grösstem Vortheil zur Verwendung gekommen. Der ausserordentlich grosse Bildwinkel ist hierbei bei einer völlig aplanatischen Form erreicht, denn das Objectiv arbeitet mit voller Oeffnung; ferner ist das Bildfeld eben, und die Schärfe ausgezeichnet, bei mässigen Krümmungen der brechenden Flächen, was wieder eine gleichmässige Lichtvertheilung und eine richtige Perspective bedingt. Die Objective dieser Abtheilung sind, mit Ausnahme von No. 7, mit Drehblenden versehen, und ist deren Fassung so eingerichtet, dass alle sieben Grössen in ein und denselben Cameraring schrauben, was auf Reisen von Vortheil ist; sie sind ausserdem so handlich, dass sie leicht in der Tasche getragen werden können.

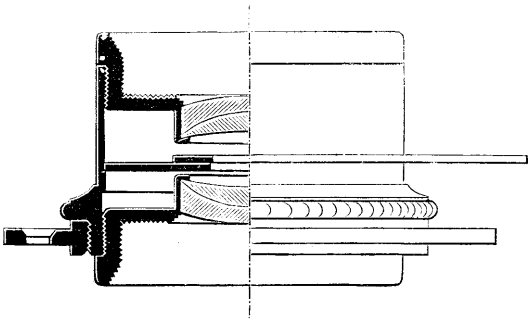


Fig. 56. Weitwinkel-Euryscop (VII).

Die Objective No. 1 sowie No. 2 sind zur Aufnahme von Stereoscopbildern bestimmt, und zu diesem Zwecke in Paaren von genau gleicher Brennweite zu beziehen.

Diese Objective sind vollständig symmetrisch gebildet. Durch die Wahl zweier Gläser von sehr geringer Zerstreuung und die Brechungszeiger 1,56 und 1,512 und die geeignete Wahl der Glasdicken wurde es ermöglicht, die Linsenhälften sehr nahe an einander zu bringen und dadurch das Bildfeld auszudehnen. Die Krümmungshalbmesser stehen im Verhältniss von etwa 1,95 : 1 : 2,92. Das Weitwinkel-Euryscop ist vollkommen aplanatisch, da es mit voller Oeffnung arbeitet. Z. B. hat No. 3 eine Oeffnung von $7''' = 15$ mm, Brennweite 168 mm; Durchmesser des Gesichtsfeldes ist 380 mm, also ist der Gesichtsfeldwinkel 97 Grad. Die grösste Oeffnung ist $\frac{f}{11{,}2}$.

No.	Oeffnung des Objectivs Zoll	Oeffnung des Objectivs cm	Brennweite des Objectivs cm	Durchmesser des runden Bildes cm	Normalplatte cm	Preis Mark
1	$^5/_{12}$	1,1	11,3	26	9 × 12	60
2	$^6/_{12}$	1,3	14	32	13 × 18	70
3	$^7/_{12}$	1,5	16,8	38	16 × 21	80
4	$^8/_{12}$	1,7	19,8	44	18 × 24	90
5	$^{10}/_{12}$	2,2	24,4	51	24 × 30	110
6	1	2,6	28,2	56	30 × 40	130
7	$1^1/_6$	3,1	34,2	70	40 × 50	150

7. Weitwinkel-Euryscope für Reproductionen VIII.

Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite = 1 : 14. Gesichtsfeldwinkel über 80 Grad. (Fig. 57.)

Diese grossen Weitwinkel-Euryscope sind hauptsächlich zu Reproductionen bestimmt, es ist bei denselben das Hauptgewicht auf die Ebenheit und Schärfe des Bildes, weniger auf den Bildwinkel gelegt.

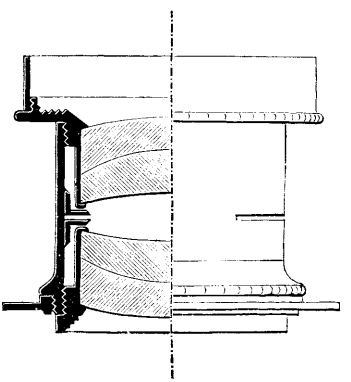


Fig. 57.
Weitwinkel-Euryscop für Reproductionen.

Diese grossen Weitwinkel-Euryscope sind, um den Astigmatismus völlig aufzuheben, aus zwei ungleichen Hälften von derselben Brennweite zusammengesetzt. Jede Hälfte besteht aus zwei verkitteten Linsenpaaren von übereinstimmender Form und nahezu gleichen Krümmungen; jedoch sind die Glasarten der vorderen Combination ganz andere als die der hinteren. Jene besteht aus Gläsern von hoher, diese aus Gläsern von sehr geringer zerstreuender Kraft. Es ist dadurch Verzeichnung und Astigmatismus völlig corrigirt und die grösste Ebenheit des Bildfeldes erreicht. — Die Glasdicken sind sehr bedeutend, z. B. ist bei No. 11

jedes Glas in der Mitte 13 mm dick. Die Krümmungen stehen bei beiden Hälften im Verhältniss von annähernd 2,1 : 1 : 2,6.

No.	Oeffnung des Objectivs		Brennweite des Objectivs	Durchmesser des runden Bildes	Normalplatte	Preis
	Zoll	cm	cm	cm	cm	Mark
8	$1^1/_4$	3,3	42,1	78	40×50	200
9	$1^1/_2$	4	52,7	95	50×60	280
10	$1^3/_4$	4,6	65,9	120	60×70	372
11	2	5,3	84,3	150	75×100	500

IV. Dr. Hartnack's Pantoscop und Anastigmat.

A) Das Pantoscop von Dr. Hartnack in Potsdam.

Dieses symmetrische Objectiv wurde von Dr. Miethe im Jahre 1889 berechnet und zwar wurden hierbei unter Beibehaltung der symmetrischen Form durch passende Auswahl unter den in Jena fabricirten Glasarten folgende Ziele verfolgt:

1. Möglichste Verringerung des Astigmatismus heteronomer Strahlenbüschel bei ebenem Bildfeld,
2. Freiheit von Spiegelflecken,
3. Dünnheit der Linsen,
4. flache Krümmungen.

Diesen Forderungen konnte nur durch erhebliche Abweichung von den gewöhnlichen für aplanatische Constructionen angewendeten Glaspaaren genügt werden, wobei die Distanz der Componenten wesentlich vergrössert werden musste. Dies zog wieder eine Vergrösserung der Linsendurchmesser nach sich [1]).

Als Beispiel der Hartnack'schen Objectivtypen mag das Pantoscop gelten. Seine Daten sind folgende:

1) Verzeichniss der Pantoscope von Hartnack in Potsdam:

No.	Linsen-durchmesser	Brennweite	Durchmesser des mit enger Blende scharfen, runden Bildkreises	Normalplatte	Preis mit Iris
	mm	mm	cm	cm	Mark
1	19	93	22	13×18	75
2	25	140	33	18×24	100
3	37,5	210	51	27×36	160
4	50,5	280	66	36×48	240

Positivlinse: $n = 1{,}510$, $n_{G'} - n_D = 0{,}01005$
Negativlinse: $N = 1{,}572$, $N_{G'} - N_D = 0{,}01463$.

Daten für $f = 1$:

$r_1 = +0{,}314$
$r_2 = +0{,}143$ } Dicke der Crownlinse 0,025
$r_3 = +0{,}223$ } „ „ Flintlinse 0,009

Linsendurchmesser, Flint 0,164

$r_4 = -0{,}223$
$r_5 = -0{,}143$ } Distanz von Linsenpol zu Linsenpol 0,150
$r_6 = -0{,}314$ } Grösste Oeffnung 0,0714.

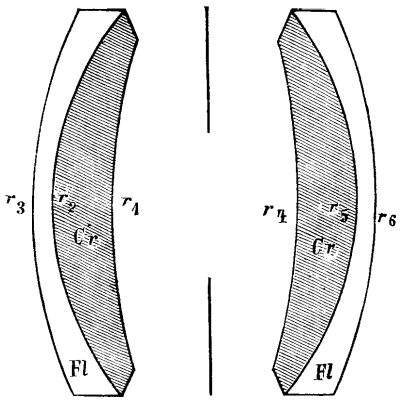


Fig. 58. Hartnack's Pantoscop.

Die Flachheit dieser Curven zeigt sich recht evident aus vorstehender genauer Fig. 58 eines Pantoscopes von 280 mm Brennweite.

B) Der Anastigmat von Dr. Hartnack in Potsdam.

Die anastigmatischen Aplanate sind von Dr. Miethe im Jahre 1887 berechnet; bei ihrer Construction wurde zum ersten Male der Versuch gemacht, durch geeignete Auswahl von Gläsern den Astigmatismus vollkommen aufzuheben, so dass also die Felder gleicher Schärfe für radiale und tangentiale Linien zusammenfallen. Wenn diese Bedingung streng erfüllt ist, so gibt das Instrument nach genügender Ebenung des Gesichtsfeldes eine selbst bei voller Oeffnung bis zum Rande reichende Schärfe. Die Rechnung zeigte, dass man sich diesem Ideal beträchtlich mit Gläsern folgender Constanten würde nähern können:

$$\text{Crown } n = 1{,}580, \quad \frac{n-1}{nD - nG} = 66 = \nu,$$

$$\text{Flint } N = 1{,}55, \quad \frac{N-1}{ND - NG} = 38 = \nu'.$$

Das Productionsverzeichniss der optischen Glasschmelze von Schott und Gen. gewährt nun folgende Gläser von ähnlicher Constante:

No. 3 Schweres Barium-Phosphat-Crown $n = 1{,}576$, $\nu = 65{,}2$
No. 29 Leichtes Silicat-Flint . . . . . $N = 1{,}571$, $\nu' = 43{,}0$.

Unter der Bedingung, dass die Radien der Crownlinse sich wie 1 : 2,972 verhielten, mussten diese beiden Gläser eine fast vollständige Aufhebung des Astigmatismus bei Wahrung der symmetrischen Form geben.

Der Versuch erwies die Richtigkeit der Rechnung. Die hergestellten Instrumente waren anastigmatisch, doch war die Bildfeldkrümmung nicht vollständig aufhebbar; immerhin war bei diesen Instrumenten der scharfe Bildkreis wesentlich grösser (50 Grad) als bei den früheren Aplanaten bei einer Oeffnung von $\frac{f}{7{,}0}$. Als zur Fabrikation im grösseren Massstabe geschritten werden sollte, zeigte sich jedoch, dass die Jenenser Anstalt sich ausser Stande sah, das Cr. 3 in luftbeständiger Qualität zu liefern. Die Linsen oxydirten sich schnell, so dass von der Herstellung aus Cr. 3 Abstand genommen werden musste.

Setzt man für Cr. 3 das Glas Cr. 2 von folgender Constante:

Cr. No. 3. Mittleres Phosphat-Crown: $n = 1{,}559$, $\nu = 66{,}9$,

so erhielt man in Verbindung mit No. 29 eine brauchbare Landschaftslinse mit sehr vermindertem Astigmatismus. Diese Linse, welche mit kleiner Blende 95 Grad scharf auszeichnet und wenig verzeichnet, wird jetzt noch hergestellt und findet besonders für Detectivapparate, für die sie sich sehr gut eignet, Anwendung. Ihre Oeffnung ist $\frac{f}{12}$.

Später hat sich Schröder in London eine anastigmatische Construction aus ähnlichen Gläsern in England patentiren lassen.

V. Aplanate und Apochromate von C. Fritsch vorm. Prokesch in Wien.

C. Fritsch in Wien befasste sich schon im Jahre 1887 mit der Construction von Fernrohr-Objectiven aus Jenenser Glas[1]) und ging in der Folge zur Construction photographischer Objective über, welche er (nach dem Vorgange von Prof. Abbé in Jena) „Apochromate" nannte. Die Fritsch'schen Apochromate sind also Aplanate (nach Art der Steinheil'schen) aus Jenenser Glas und zwar nahm er Baryt-Flint und Phosphat-Crownglas.

Die beiden Linsenpaare sind gekittet und nach Art der Aplanate symmetrisch, aber verkehrt miteinander vereinigt, dazwischen ist eine Irisblende angebracht. Zum Schutze der gegen äussere Einflüsse mehr

1) Zeitschr. f. Optik und Mechanik. 1887. No. 11.

empfindlichen Glassorten sind die Linsen mit verschraubbaren Metalldeckeln versehen.

[Die näheren Daten über die Eigenschaften der neueren Glaslinsen s. Phot. Corresp. 1889. S. 11.] Das Instrument ist sehr geeignet zur Aufnahme von Architecturen und Landschaften, sowie von Reproductionen[1]). Das Verhältniss der grössten wirksamen Oeffnung zur Brennweite ist $= 1/20$, der Gesichtsfeldwinkel $= 100$ Grad; für Reproductionen erhält man Plattenformate, deren längste Seite ungefähr $1\,1/2$ mal grösser als die Brennweite ist. Das Instrument ist somit ein gutes Weitwinkelinstrument.

Bei diesem Apochromat sind die Daten folgende:

Brechungsindex für Crown	n_{1D}	$= 1{,}55894$
„ „ Flint	n_D	$= 1{,}57914$
Zerstreuungsvermögen	ω	$= 1{,}339.$
Vorderer Flintglasradius	r^0	$= -44{,}07$ mm
Hinterer „	r	$= -30{,}19$ „
Vorderer Crownglasradius	r_1	$= -30{,}19$ „
Hinterer „	$r_1{}^0$	$= -48{,}80$ „
Flintglasmitteldicke	d	$= 2{,}13$ „
Crownglasmitteldicke	d_1	$= 2{,}57$ „
Abstand der beiden inneren Flächen . . .	D	$= 13{,}84$ „
Vorderer Crownglasradius	ρ^0	$= +48{,}80$ „
Hinterer „	ρ	$= +30{,}19$ „
Vorderer Flintglasradius	ρ_1	$= +30{,}19$ „
Hinterer „	$\rho_1{}^0$	$= +44{,}07$ „
Crownglasmitteldicke	δ	$= 2{,}57$ „
Flintglasmitteldicke	δ_1	$= 2{,}13$ „

Ausser diesen Apochromaten erzeugt Fritsch noch sehr gute Aplanate, Antiplanete und einfache Landschaftslinsen.

Verzeichniss der Fritsch-Prokesch'schen Apochromate:

No.	Oeffnung in Millimeter	Brennweite in Millimeter	Bildgrösse in Centimeter		Preis fl. ö. W.
			mit grösster Oeffnung	mit kleinster Blende	
0	8	60	9 × 5	12 × 9	65
1	10	100	12 × 9	16 × 12	70
2	15	150	18 × 13	24 × 18	75
3	20	200	24 × 18	32 × 24	85
4	25	250	32 × 22	40 × 30	100
5	30	300	36 × 27	48 × 36	120
6	35	350	44 × 31	56 × 42	160
7	40	400	48 × 36	64 × 48	200
8	50	500	64 × 45	80 × 60	300
9	60	600	72 × 54	90 × 72	450

1) S. Certificat der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt in Wien (Phot. Corr. 1889. S. 11).

Verzeichniss der Fritsch-Prokesch'schen Aplanate und zwar:

Aplanate A. (Porträt-Aplanate.)

Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite 1 : $4^1/_2$. Diese Objective besitzen wegen der Farblosigkeit der dazu verwendeten neuen Jenenser Glassorten eine sehr grosse Lichtstärke, weshalb sie sich zu Moment- und Porträt-Aufnahmen gut eignen.

No.	Oeffnung in Millimeter	Brennweite in Millimeter	Bildgrösse in Centimeter		Preis
			mit voller Oeffnung	mit kleinster Blende	fl. ö. W.
1	35	140	9 × 6	12 × 9	47
2	40	170	12 × 9	15 × 12	52
3	50	190	15 × 12	17 × 15	62
4	55	220	17 × 15	20 × 17	78
5	65	280	22 × 17	24 × 22	110
6	80	340	27 × 22	30 × 27	150
7	95	400	32 × 25	30 × 34	220
8	110	510	40 × 32	40 × 52	300
9	130	650	52 × 40	52 × 60	560

Aplanate B. (Gruppen-Aplanate.)

Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite 1 : $5^1/_2$. Diese Objective besitzen einen sehr grossen Gesichtsfeldwinkel und eignen sich daher für Aufnahmen von Gruppen in beschränkten Ateliers, besonders No. 1, 2, 3, 4 sind für Momentaufnahmen sehr zu empfehlen.

No.	Oeffnung in Millimeter	Brennweite in Millimeter	Bildgrösse in Centimeter		Preis
			mit voller Oeffnung	mit kleinster Blende	fl. ö. W.
1	25	120	10 × 8	12 × 9	30
2	35	170	12 × 9	18 × 13	35
3	45	240	16 × 13	24 × 18	45
4	55	280	18 × 16	27 × 21	57
5	62	330	20 × 17	30 × 24	72
6	70	380	24 × 18	33 × 27	90
7	85	450	30 × 24	40 × 30	145
8	97	550	33 × 27	50 × 40	215
9	110	650	42 × 34	60 × 50	330
10	130	800	57 × 47	70 × 60	520

Anmerkung. Zu Momentaufnahmen für Zwecke des Amateur-Photographen werden, ähnlich den Nummern 4, 5 und 6, Aplanate mit Rotationsblende und damit verbundenem Momentverschluss hergestellt, welche complet auf 24, 30 und 38 fl. zu stehen kommen.

Aplanate C. (Reproductions-Aplanate.)

Verhältniss der wirksamen Oeffnung zur Brennweite 1 : 8. Diese Aplanate eignen sich besonders wegen ihrer richtigen Zeichnung zur Reproduction von Zeichnungen und Stichen, sind aber auch zur Aufnahme von Architecturen, Gruppen, Landschaften sehr zu empfehlen.

No.	Oeffnung in Millimeter	Brennweite in Millimeter	Bildgrösse in Centimeter		Preis fl. ö. W.
			mit voller Oeffnung	mit kleinster Blende	
1	8	60	4 × 3	8 × 6	22
2	15	90	7 × 5	10 × 8	26
3	20	120	8 × 6	12 × 9	28
4	25	150	9 × 8	15 × 14	30
5	30	180	12 × 9	18 × 13	32
6	35	230	18 × 13	22 × 18	35
7	45	280	21 × 16	27 × 21	46
8	55	360	24 × 18	33 × 27	60
9	70	450	26 × 22	40 × 30	95
10	85	550	33 × 27	50 × 40	140
11	100	650	40 × 30	60 × 50	225
12	130	850	50 × 40	75 × 65	340

Aplanate D. (Weitwinkel-Aplanate mit kurzer Brennweite.)

Dieselben eignen sich besonders zu Interieur- und Gruppenaufnahmen mit beschränktem Standpunkt, da der Gesichtsfeldwinkel über 90 Grad beträgt. Gewöhnlich werden den Apparaten Rotationsblenden beigegeben.

No.	Oeffnung in Millimeter	Brennweite in Millimeter	Bildgrösse in Centimeter		Preis fl. ö. W.
			mit grösster Oeffnung	mit kleinster Blende	
1	30	100	12 × 9	18 × 13	36
2	35	150	18 × 13	24 × 18	44
3	45	200	24 × 18	30 × 24	58
4	55	280	30 × 24	40 × 30	85
5	65	400	48 × 36	60 × 48	105

VI. Aplanate von E. Suter.

Sehr gute Aplanate fertigt E. Suter in Basel an. Er theilt dieselben (gleichfalls wie Steinheil, Voigtländer etc.) in mehrere Gruppen, je nach der Helligkeit und dem Gesichtsfeldwinkel. Das Constructionsprincip ist identisch mit den Steinheil'schen Aplanaten.

Die Aplanate A haben eine wirksame Oeffnung = $^1/_6$ der Brennweite und sind zu Momentbilder- und anderen Aufnahmen im Freien und Gruppen im Atelier sehr gut geeignet[1]). — Die Aplanate B sind etwas lichtärmer $\left(\text{die Oeffnung} = \frac{f}{8}\right)$, aber noch immer hell genug für Aufnahmen von Gruppen, ja selbst Momentbildern, sowie zu Landschaften etc.; dieselben sind wegen der geringeren Linsenöffnung niedriger im Preise[2]).

Die Weitwinkel-Aplanate C sind besonders für Monumente, Reproductionen und Landschaften bestimmt und haben $^1/_{15}$ bis $^1/_{40}$ der Brennweite als wirksame Oeffnung. Der Bildwinkel ist 90 Grad.

1) Verzeichniss der Suter'schen Aplanate A:

No.	Durchmesser in Millimeter	Brennweite in Centimeter	Bildgrösse in Centimeter		Preis
			mit voller Oeffnung	mit kleinster Oeffnung	Mark
0	27	12	Stereoscopen	9 × 12	52
1	34	17	12 × 9	18 × 13	60
2	42	24	15 × 12	24 × 18	80
3	52	30	18 × 13	27 × 21	104
4	66	38	24 × 18	33 × 27	160
5	81	45	30 × 24	40 × 30	240
6	95	55	33 × 27	50 × 40	360
7	108	65	40 × 30	60 × 50	560

Zwei identische Instrumente No. 1 für Stereoscopen-Aufnahmen Mk. 128.

2) Verzeichniss der Suter'schen Aplanate B:

No.	Durchmesser in Millimeter	Brennweite in Centimeter	Bildgrösse in Centimeter		Preis
			mit voller Oeffnung	mit kleinster Oeffnung	Mark
1	19	12	Stereoscopen	12 × 9	48
2	27	17	12 × 9	18 × 13	52
3	34	23	18 × 13	24 × 18	60
4	42	28	21 × 16	27 × 21	80
5	52	36	24 × 18	33 × 27	104
6	66	45	26 × 22	40 × 30	160
7	81	55	33 × 27	50 × 40	240
8	95	65	40 × 30	60 × 50	360
9	108	75	50 × 40	75 × 60	560

Zwei identische Instrumente No. 1 für Stereoscopen-Aufnahmen Mk. 104.

Sie geben ein vollkommen ebenes und correctes Bild ohne Lichtfleck [1]).

In neuerer Zeit (seit 1889) stellt Suter Rapid-Aplanate aus neuen farblosen Jenenser Gläsern her [2]). Durch die Verwendung dieser Glasarten, welche möglichst wenig Licht absorbiren, wurde eine erhöhte Helligkeit erzielt und es wurde durch geeignete Krümmungsverhältnisse die Brennweite im Verhältnisse zur Oeffnung möglichst niedrig genommen $\left(\text{nämlich } \frac{f}{5}\right)$, um auch dadurch die Lichtstärke zu erhöhen, unbeschadet der gleichmässigen Schärfe, Tiefe und Ebenheit des Bildes.

Das neue Rapid-Aplanat gibt für Aufnahmen von Porträts etc. im Atelier sehr gute Resultate.

VII. Goerz' Lynkeioscope und Paraplanate.

Angeregt durch die Bedürfnisse der sehr ausgebreiteten Amateurphotographie, sowie für Zwecke der Fachphotographen erzeugte C. P. Goerz in Berlin-Schöneberg seit 1888 eine Reihe von Objectiven, welche vollkommen unter das System der Steinheil'schen Aplanate fallen und sehr leistungsfähig sind. Diese Objective, welche Goerz anfangs „Rectiplanate", „Universal-Aplanate", „Weitwinkel-Aplanate" nannte, führen seit 1890 den Namen „Lynkeioscope".

1) Verzeichniss der Suter'schen Weitwinkel-Aplanate C:

No.	Durchmesser in Millimeter	Brennweite in Centimeter	Bildgrösse in Centimeter		Preis Mark
			mit voller Oeffnung	mit kleinster Oeffnung	
1	27	10	12 × 9	18 × 13	60
2	34	17	18 × 13	24 × 18	76
3	42	22	24 × 18	30 × 24	100
4	52	30	30 × 24	40 × 30	144
5	66	40	35 × 30	50 × 40	180

2) Verzeichniss der Suter'schen Rapid-Aplanate:

No.	Durchmesser in Millimeter	Brennweite in Centimeter	Scharfe Bildgrösse bei voller Oeffnung in Centimeter	Durchmesser des Bildkreises in Centimeter	Preis Mark
1	42	20	9 × 12	23	88
2	52	25	13 × 18	32	120
3	65	34	18 × 24	40	180
4	81	40	21 × 27	48	280
5	95	50	24 × 30	60	400

Aehnlich wie bei den Steinheil'schen Aplanaten und Voigtländer'schen Euryscopen sind verschiedene Serien construirt, welche sich durch verschiedene Lichtstärke, Gesichtsfeldwinkel etc. unterscheiden.

Extra-Rapid-Lynkeioscope[1]) sind Aplanaten-Objective, bei welchen die freie Oeffnung ungefähr den 5. bis 5,5. Theil der Brennweite $\left(\frac{f}{5}\text{ bis }\frac{f}{5{,}5}\right)$ hat. Sie zeichnen correct und besitzen einen Bild-

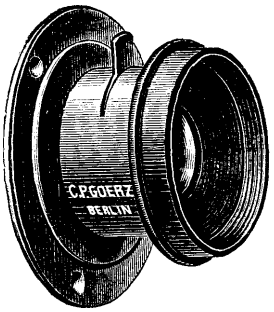


Fig. 59. Extra-Rapid-Lynkeioscop.

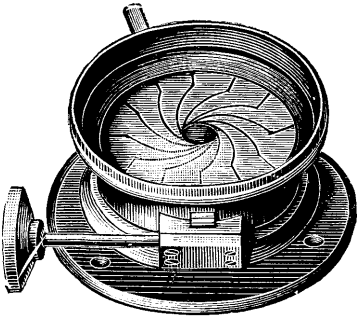


Fig. 60. Extra-Rapid-Lynkeioscop.

winkel von 70 Grad (Fig. 59). Sie werden besonders für Moment-Cameras angefertigt (z. B. No. 1) und eventuell mit Irisblende versehen.

1) Verzeichniss der Goerz'schen Extra-Rapid-Lynkeioscope:

Serie C No.	Aequivalente Brennweite cm	Freie Oeffnung mm	Plattengrösse mit grösster Blende cm	Plattengrösse mit kleinster Blende cm	Durchmesser des runden Bildes mit kleinster Blende cm	Preis Mark
000	6	12	4 × 4	6 × 6	8,5	35
00	9	18	5 × 7	7 × 10	12,5	40
0	12	23	6 × 8	9 × 12	17	50
1	15	29	9 × 12	12 × 16	20	60
2	18	35	9 × 12 10 × 13	13 × 18	25	70
3	21	40	12 × 16	18 × 24	30	80
4	24	43	13 × 18	18 × 24 21 × 27	35	90
5	27	46	13 × 18 13 × 21	21 × 27 24 × 30	38	100
6	30	53	13 × 21	24 × 30	42	120
7	36	64	18 × 24	30 × 40	50	170
8	48	75	24 × 30	40 × 50	67	230
9	60	86	30 × 40	50 × 60	84	350
10	75	125	40 × 50	60 × 70	100	500
11	90	150	50 × 60	80 × 90	120	975

Fig. 60 zeigt die Irisblende mit kleinster und Fig. 61 mit mittlerer Oeffnung.

Das Rapid-Lynkeioscop besitzt etwas kleinere Linsen und deshalb ist die Lichtstärke geringer $\left(\frac{f}{6} \text{ bis } \frac{f}{6{,}5}\right)$ und der Bildwinkel kleiner als beim vorigen (82 Grad), s. Fig. 62.

Dieselben Linsen (No. 000 bis 0) in kleiner Fassung (Fig. 63) und mit einer fixen Blende auf $\frac{f}{10}$ abgeblendet, werden für kleine Detectivcameras verwendet[1]).

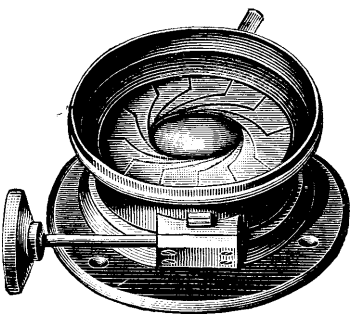


Fig. 61. Extra-Rapid-Lynkeioscop.

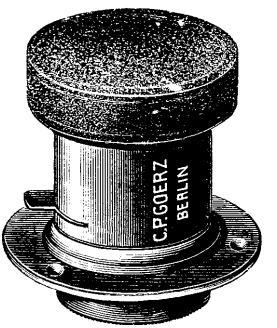


Fig. 62. Rapid-Lynkeioscop.

Die Rapid-Weitwinkel-Lynkeioscope besitzen bei noch etwas geringerer Lichtstärke $\left(\frac{f}{7} \text{ bis } \frac{f}{8}\right)$ einen ziemlich grossen Bildwinkel

1) Verzeichniss der Goerz'schen Rapid-Lynkeioscope:

Serie D No.	Aequivalente Brennweite cm	Freie Oeffnung mm	Plattengrösse mit grösster Blende cm	Plattengrösse mit kleinster Blende cm	Durchmesser des runden Bildes mit kleinster Blende cm	Preis Mark
000	6	9	3 × 3	5 × 5	7	23
00	9	15	4 × 4	6 × 6	11	34
0	12	20	5 × 7	7 × 10	14	39
1	15	25	6 × 8	9 × 12	18	45
2	18	31	9 × 12	13 × 18	22	50
3	21	35	12 × 16	13 × 21	25	60
4	24	37	13 × 18	18 × 24	29	70
5	27	40	13 × 18	21 × 27	32	80
6	30	47	13 × 21	24 × 30	36	100

No. 000, 00, 0 werden in der Fassung (Fig. 63) für Detectiv-Apparate geliefert.

No. 000 Rapid-Lynkeioscop für Platten 4 × 5,5 cm . . . . Mk. 18.
„ 00 „ „ „ 6 × 8 „ . . . . „ 29.
„ 0 „ „ „ 8 × 10 „ . . . . „ 34.

von 82 Grad. Da sie bei Anwendung kleiner Blenden ein ansehnliches Plattenformat decken, so sind sie für gewöhnliche Momentaufnahmen und Reisecameras gut verwendbar[1]) (Fig. 64).

Die kleinen Nummern (000 bis 0) in Fassungen von Fig. 65 und mit Blenden $= \frac{f}{10}$ sind für Detectivcameras in der Regel besser als die vorigen verwendbar, weil das Bildfeld grösser ist.

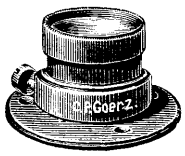


Fig. 63. Rapid-Lynkeioscop für Detectivcameras.

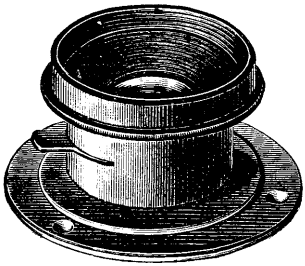


Fig. 64. Rapid-Weitwinkel-Lynkeioscop.

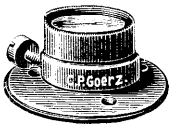


Fig. 65. Rapid-Weitwinkel-Lynkeioscop für Detectivcameras.

Die Weitwinkel-Lynkeioscope haben eine wirksame Oeffnung $= \frac{f}{15}$ und sind für Panoramen, Interieurs und Architekturen bei kurzer

1) Verzeichniss der Goerz'schen Rapid-Weitwinkel-Lynkeioscope:

Serie E	Aequivalente Brennweite	Freie Oeffnung	Plattengrösse mit grösster Blende	Plattengrösse mit kleinster Blende	Durchmesser des runden Bildes mit kleinster Blende	Preis
No.	cm	mm	cm	cm	cm	Mark
000	6	9	4 × 5,5	6 × 8	10	40
00	9	12	6 × 8	9 × 12	15,5	45
0	12	15	8 × 10	13 × 18	21	50
1	15	20	9 × 12	13 × 21	26	60
2	18	23	12 × 16	18 × 24 / 21 × 27	31	70
3	21	26	13 × 18	24 × 30	36,5	80
4	24	30	13 × 21	27 × 33	41	90
5	27	34	18 × 24	30 × 40	47	110
6	30	38	21 × 27	36 × 45	52	130

Die No. 000, 00 und 0 werden auch in Fassung für Detectiv-Cameras (Fig. 65) geliefert.

No. 000 Rapid-Weitwinkel-Lynkeioscop für Platten 6 × 8 cm . . Mk. 35.
„ 00 „ „ „ 8 × 10 „ . . „ 40.
„ 0 „ „ „ 9 × 12 „ . . „ 45.

Aufstelldistanz bestimmt, welchem Zwecke sie sehr gut entsprechen, da sie einen Gesichtsfeldwinkel von beiläufig 105 Grad besitzen[1]) (siehe Fig. 66).

Auch die kleinen Detectiv-Lynkeioscope schliessen sich eng an die Steinheil'sche Aplanaten-Constructionen; wie aus den folgenden Zahlen eines derartigen Objectives von 12 mm Oeffnung hervorgeht:

Oeffnung = 12 mm, Brennweite = 163 mm.

$$\left.\begin{aligned} R = R_5 &= +18{,}67 \\ R_1 = R_4 &= \mp\ 8{,}45 \end{aligned}\right\} \text{Glassorte } n'$$

$$\left.\begin{aligned} R_2 = R_3 &= -23{,}86 \end{aligned}\right\} \text{Glassorte } n$$

$$\begin{aligned} d = d_4 &= 1{,}0 \text{ mm} \\ d_1 = d_3 &= 2{,}2 \text{ „} \\ d_2 &= 8{,}1 \text{ „} \end{aligned}$$

Fig. 67 stellt dieses Objectiv in natürlicher Grösse dar.

Fig. 66.
Weitwinkel-Lynkeioscop.

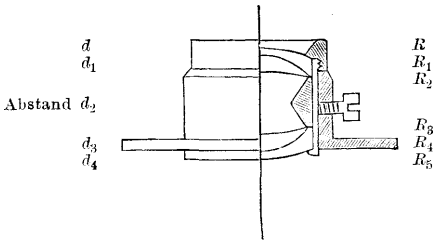


Fig. 67. Goerz' Detectivobjectiv.

Ferner fertigt Goerz Weitwinkel-Reproductions-Lynkeioscope an, deren freie Oeffnung $= \frac{f}{20}$ ist, und bei einem

1) Verzeichniss der Goerz'schen Weitwinkel-Lynkeioscope:

Serie F	Aequivalente Brennweite	Freie Oeffnung	Plattengrösse mit kleinster Blende	Durchmesser des runden Bildes mit kleinster Blende	Preis
No.	cm	mm	cm	cm	Mark
000	6	11	9 × 12	15,6	45
00	9	17	13 × 18	23,5	50
0	12	23	18 × 24	31	55
1	15	29	24 × 30	39	70
2	18	35	30 × 40	47	90
3	21	42	36 × 45	55	110
4	24	48	40 × 50	63	130

Bildwinkel von circa 100 Grad sich für Karten-Reproductionen etc. eignen [1]).

Unter dem Namen Rapid-Paraplanate erzeugt Goerz eine sehr zweckdienliche Form der Aplanate, welche bei der beiläufigen relativen

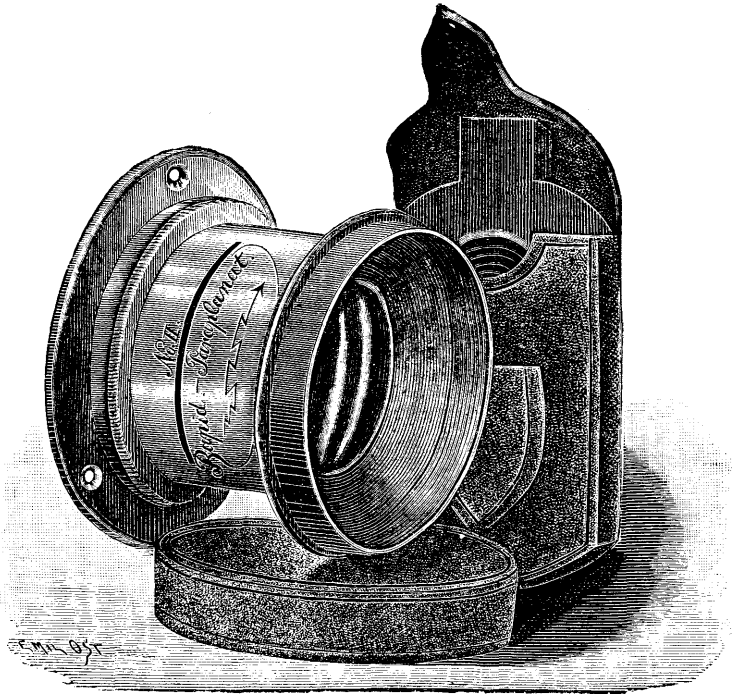


Fig. 68. Rapid-Paraplanat.

Oeffnung $\frac{f}{8}$ einen Gesichtsfeldwinkel von circa 80 Grad haben (s. Fig. 68 und 69). Da die Helligkeit für alle Zwecke der Amateurphotographie,

1) Verzeichniss der Goerz'schen Weitwinkel-Reproductions-Lynkeioscope:

Serie G No.	Aequivalente Brennweite cm	Freie Oeffnung mm	Durchmesser des brauchbaren Bildes bei kleinster Blende, wenn Bild und Object gleich gross sind cm	Preis Mark
1	30	20	32	125
2	50	33	50	200
3	75	50	66	400
4	100	65	86	650
5	125	83	107	1200
6	150	100	126	1800
7	175	110	140	2350

selbst für Momentaufnahmen genügend lichtstark sind, so eignen sich derartige Instrumente (ähnlich wie analog construirte Aplanate, Rectilineare etc.), bei billigen Preisen, sehr gut namentlich für jene Amateurphotographen, welche mit einem Objective möglichst verschiedene Zwecke erreichen sollen[2]).

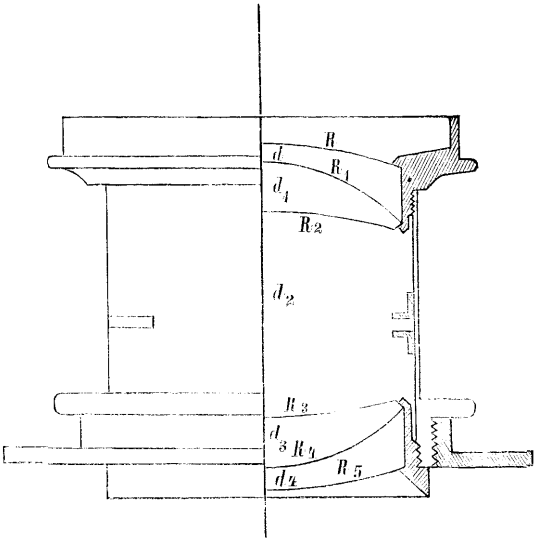


Fig. 69. Goerz's Rapid-Paraplanat.

Der Rapid-Paraplanat ist in Fig. 69 abgebildet. Die Construction ist eine dem Steinheil-Aplanaten analoge. Die Radien sind folgende:

$$\left.\begin{aligned} R &= R_5 = +55{,}57 \\ R_1 &= -R_4 = +24{,}93 \end{aligned}\right\} \text{Glassorte } n'$$

$$\left.\begin{aligned} R_2 &= R_3 = -71{,}68 \end{aligned}\right\} \text{Glassorte } n$$

$$d = d_4 = 2{,}8$$
$$d_1 = d_3 = 6{,}8$$
$$d_2 = 26{,}8$$

Glassorten $n' = 1{,}633$
$n = 1{,}592.$

2) Verzeichniss der Goerz'schen Rapid-Paraplanate:

No.	Aequival. Brennweite cm	Freie Oeffnung mm	Plattengrösse mit grösster Blende cm	Plattengrösse mit kleinster Blende cm	Durchmesser des runden Bildes cm	Preis Mark
1	15	19	9 × 12	13 × 21	25,5	35
2	21	26	12 × 16	24 × 30	38	45
3	27	35	13 × 18	30 × 40	46	65

VIII. Den Aplanaten ähnliche Objective.

Der ursprüngliche Steinheil'sche Aplanat wird in allen Ländern vielfach nachgebildet und zwar unter verschiedenen Namen: so z. B. als „Objective Aplanétique Orthopanactinique", Globelens rapide, Euryscope rectilinéaire, Symmetrical Lens, Rectiscop, Autograph Lens etc.

Eine Anzahl von Objectiven, welche principiell mit den Steinheil'schen Aplanaten identisch sind, wurden bereits oben genannt.

In Frankreich ist der Aplanat sehr beliebt und wird von Darlot, Gasc und Charconnet, Hermagis, Derogy, Berthiot, Français in Paris u. A. erzeugt. (Ueber Rectilinear s. S. 105 und 106.)

Strubin in Basel erzeugt sehr lichtstarke Aplanate von ausgedehnter Bildfläche, die sehr empfehlenswerth sind.

Beck in Philadelphia nennt seine Aplanate „Autograph-Lenses" (1889), Walmsley „The Heliograph".

A) Dallmeyer's Rectilineare.

Sehr verbreitet und wegen der guten Leistungsfähigkeit anerkannt sind die Rectilineare von Dallmeyer in London, deren Construction und Leistungsfähigkeit den Steinheil'schen Aplanaten und Euryscopen sehr ähnlich ist. Die deutschen und österreichischen Fabrikate stehen jedoch in keinerlei Weise hinter den Dallmeyer'schen zurück und viele derselben sind beliebter als die letzteren.

Das Weitwinkel-Rectilinear von Dallmeyer ist in den englischen Patentschriften vom 27. September 1866, No. 2502 beschrieben. Dieses Objectiv, welches einen grossen Winkel umfasst, ist charakterisirt dadurch, dass das dichtere oder stärker brechende Medium, d. i. die Flintglaslinse, die äussere Stelle in beiden Combinationen einnimmt; die convexe Seite der Flintglaslinse der Vorder-Combination ist der Landschaft etc. zugewendet und jene der Hinter-Combination der Visirscheibe[1]). Die Hinterlinse hat einen kleineren Durchmesser als die Vorderlinse.

Um einen Gesichtswinkel von ungefähr 100 Grad zu geben und für eine wirksame Linsenöffnung von $^1/_{15}$ der Brennweite ist die Construction folgende:

Es werden zwei gleiche Combinationen, A und B, mit ungefähr gleicher Brennweite gemacht und zwar so, dass deren Brennweite sich zu der Brennweite des ganzen Objectives wie 2 : 1 verhält. Jede Combination besteht aus einer tiefen concav-convexen Flintglaslinse a und a' und einem tiefen Crownglasmeniscus b und b'; das Verhältniss der Brennweite zwischen a und b und a' und b' ist je nach der Qualität des Glases so, dass die Combination achromatisch wird. Der Durchmesser der Vorderlinse A ist

1) Bekanntlich besteht bei der Kugellinse, Augenlinse, Pantoscop die äussere Fläche aus Crownglas, also umgekehrt als bei obiger Anordnung, welche Dallmeyer anwendete. Bei den Aplanaten von Steinheil und den Nachbildungen desselben befindet sich gleichfalls das stärker brechende Glas an der Aussenseite.

$^1/_5$ des Focus des Objectives $\left(\text{also} = \frac{f}{5}\right)$ und der Krümmungsradius von r^1 ist $\frac{f}{5}$. Der Krümmungsradius der concaven Fläche r^4 der Crownglaslinse b verhält sich zu dem Radius von r^1 wie 4 : 3. Die inneren Flächen r^2 und r^3 sind identisch und verkittet und derartig gewählt, dass die Combination achromatisch ist. Der Durchmesser der Hinterlinse B verhält sich zu dem von A wie 1 : 2 und der Krümmungsradius der hinteren convexen Fläche r^8 der Flintglaslinse a^1 verhält sich zu dem Radius von r^1 wie 7 : 6. Der Krümmungsradius der concaven Fläche r^5 der Crownglaslinse b' verhält sich zu r^8 wie 4 : 3. Die Krümmungen r^7 und von r^6 sind identisch und verkittet und je nach der Art des Glases so gewählt, dass die Combination achromatisch ist. Die Combination A und B sind derartig von einander entfernt, dass die Distanz der Innenflächen $^1/_7$ der Brennweite des ganzen Objectives ist (Fig. 70).

Das Diaphragma (Blende) c ist derartig zwischen den Linsen angebracht, dass die Entfernungen von den Linsen deren Durchmesser entsprechen. Das Objectiv ist

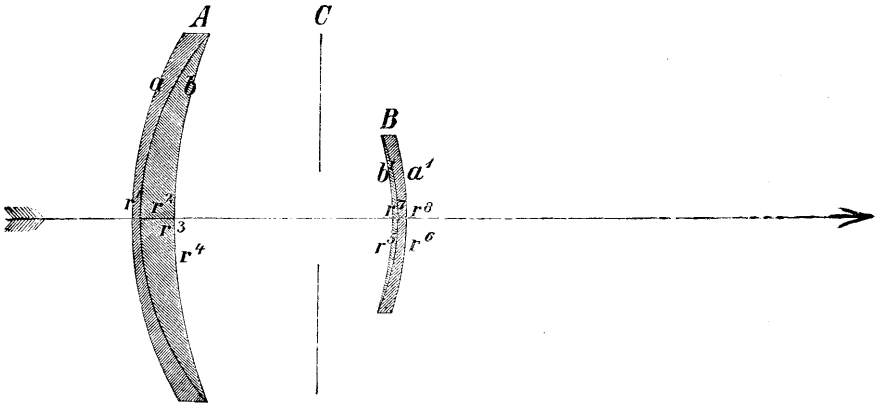


Fig. 70. Dallmeyer's Weitwinkel-Rectilinear.

frei von Distorsion und umfasst einen grossen Gesichtswinkel. Es ist frei von einem centralen Lichtflecke, hat weder für die centrischen noch excentrischen Strahlen eine sphärische oder chromatische Abweichung und gestattet das Arbeiten mit grösserer Oeffnung (wenn auch nicht mit voller Oeffnung) als andere ältere Systeme (Augenlinse, Pantoscop etc.), resp. ist lichtstärker. Es hat mit dem Pantoscop (neben welches man das Weitwinkel-Rectilinear gern stellt) nur den grossen Bildwinkel, aber sonst mit der Construction nichts gemein.

Da das eben erwähnte Dallmeyer'sche Weitwinkel-Rectilinear zu lichtschwach war, um im Atelier verwendet zu werden, so construirte er Ende 1866 eine lichtstärkere Form desselben, welche er Rapid-Rectilinear nannte.

Das Rapid-Rectilinear Dallmeyer's (nicht zu verwechseln mit dem Weitwinkel-Rectilinear) ist sehr ähnlich dem Steinheil'schen Aplanate, sowohl in seiner Construction als auch in seiner Leistungsfähigkeit; dies geht auch aus der Fig. 71 hervor. Das Verhältniss der Oeffnung zum Focus ist = $^1/_8$, ist also lichtärmer als der Steinheil'sche Aplanat oder das Euryscop etc.

Dallmeyer's „Rapid rectilinear Porträt Lenses" sind heller als die gewöhnlichen Rapid-Rectilineare, weil der Focus im Verhältniss zur Brennweite

kürzer ist[1]); das Princip ist ungefähr dasselbe wie bei Voigtländer's Porträt-Euryscopen.

Die folgenden Daten über die Construction eines Dallmeyer'schen Rapid-Rectilinears von der Helligkeit $\left(\frac{f}{8}\right)$ entnehme ich Cl. J. Leaper (Amateur Photographer 1891. S. 245) und zwar für ein Objectiv vom Linsendurchmesser 1,4 engl. Zoll und einer Brennweite von 11 Zoll.

			Spec. Gew. des Glases
Krümmungsradien	Zerstreuender Flintmeniscus	+ 2,244 Zoll	3,22
	Dicke 0,05 Zoll	— 0,987 „	
	Sammelnder Crownmeniscus	+ 0,987 „	2,84.
	Dicke 0,19 Zoll	— 3,032 „	

Distanz zwischen beiden Linsen = 1,5 Zoll.

F. Morrison in New-York erzeugt aplanatische Linsen in mehreren Arten.

1. Die Rapid Symmetrical-Linse besteht in Folgendem: Jede achromatische Linsenhälfte besteht aus einer planconvexen Crownglaslinse, an welche eine biconcave Flintglaslinse eng angeschlossen ist; die Krümmung jener dem Crownglas zugekehrten Seite ist sehr gering, so dass beide Linsen nicht unmittelbar aneinanderschliessen, sondern einen mit Luft gefüllten Zwischenraum lassen.

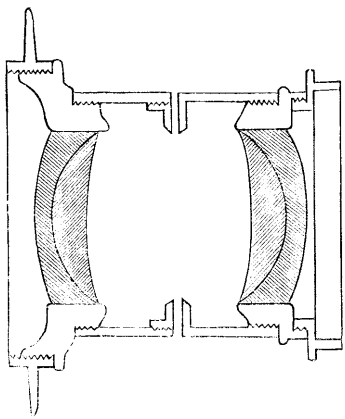


Fig. 71. Dallmeyer's Rapid-Rectilinear.

2. Die Morrison'sche Weitwinkellinse besteht aus einem achromatischen Meniscus als Vorderlinse und einem einzigen (nicht achromatisirten) Meniscus als Hinterlinse. Die erstere ist übercorrigirt, so dass dadurch gleich der Fehler der einfachen Hinterlinse aufgehoben ist. Diese Weitwinkellinsen sind verhältnissmässig sehr lichtstark und besonders in Amerika sehr beliebt[2]).

Die amerikanische „Ratio Lens" ist nicht unähnlich dem Aplanat oder Rectilinear. Die Anordnung der Linsen ist ungefähr dieselbe, wie beim Dallmeyer'schen Weitwinkel-Rectilinear. Die Hinterlinse ist etwas kleiner und hat eine kürzere Brennweite als die Vorderlinse[3]).

Objectiv périgraphique nennt Berthiot in Paris ein Weitwinkel-Objectiv, welches er 1888 construirte und den Weitwinkel-Aplanaten ähnlich ist, aber grössere Linsendurchmesser besitzt.

Die „Objectifs panoramiques de Prasmowski" in Paris sind den Hartnack'schen aplanatischen und pantoscopischen Objectiven (s. S. 90) ähnlich.

1) In England patentirt.

2) S. Brit. Journ. Phot. 1883. S. 370 und 383.

3) Trail Taylor's „The photogr. Amateur". 1881. S. 86.

SECHSTES CAPITEL.

DIE ANTIPLANETE.

I. Steinheil's Antiplanete.

Der Antiplanet (von Steinheil 1881 construirt) ist so genannt, weil zwei Linsenpaare von grossen, aber entgegengesetzten Fehlern in Bezug auf Kugelgestalt, Farbenzerstreuung etc. combinirt sind. Es ist keine symmetrische Construction. Die Vorderlinse hat eine kürzere Brennweite als das ganze System; die Hintercombination besitzt eine negative Brennweite und entgegengesetzte Fehler, wodurch grössere Tiefe der Schärfe erreicht wird. Die Hintercombination ist sehr dick im Glase und nimmt den grössten Theil der Fassung ein, die Blende liegt in der Mitte der Linsen, welche ganz nahe aneinander gerückt sind.

Auch hier hat Steinheil zwei Arten construirt; einen Antiplanet für Gruppen und Landschaften (besonders zu Momentaufnahmen im Freien) sowie Interieurs, welcher sich durch ausserordentliche Tiefe auszeichnet und reichlich zweimal lichtstärker als der gewöhnliche Aplanat ist und als „Universal-Instrument" für Moment-, Landschafts-, Architectur- und Gruppenaufnahmen äusserst beliebt ist; einen anderen noch lichtstärkeren für Porträte, welcher jedoch wenig Verbreitung fand.

Der „Gruppen-Antiplanet" gibt ein ausgedehntes scharfes Bild. Sein Gesichtsfeldwinkel ist = 70 Grad. Er arbeitet vortrefflich mit voller Oeffnung $\left(\text{beiläufig } \frac{f}{5}\right)$ und grossen Blenden. Da er keine falschen Lichtreflexe gibt, so eignet er sich zu Momentaufnahmen im Freien; für kleinere Gruppenbilder (Boudoir- und Quartformat) im Atelier bei kurzer Aufstelldistanz leistet er gute Dienste. Da der Antiplanet völlig correct zeichnet, ist er auch für Architecturen und Reproductionen im kleineren Formate gut geeignet. Der Steinheil'sche Antiplanet ist bestens zu empfehlen.

Wegen der ansehnlichen Dicke der Glaslinsen, welche mit der Grösse der Instrumente zunimmt, stellen sich der Erzeugung sehr grosser

Antiplanete Schwierigkeiten entgegen. Deshalb geht man für Gruppen- und Momentaufnahmen über Objective von circa 80 mm Durchmesser, welche Gruppen- und Momentbilder vom Formate 18 × 24 cm geben, nicht hinaus. Für grössere Formate dienen dann lediglich Aplanate (S. 74), Euryscope etc.

Bei Detectiv-Apparaten und Momentcameras verwendet man gern kleine Antiplanete (z. B. von 25 mm Oeffnung), für Cabinetplatten derartige Objective von 43 mm oder besser von 48 mm.

Die Vorder- und Hinterlinse ist sehr genähert, so dass gerade Platz genug für die Blende vorhanden ist. Centrale Momentverschlüsse (zwischen den Linsen) sind deshalb nur bei den grösseren Nummern von Antiplaneten möglich.

Beim Antiplanet für Gruppen und Landschaften ist die hintere Linsencombination verkittet (Fig. 72).

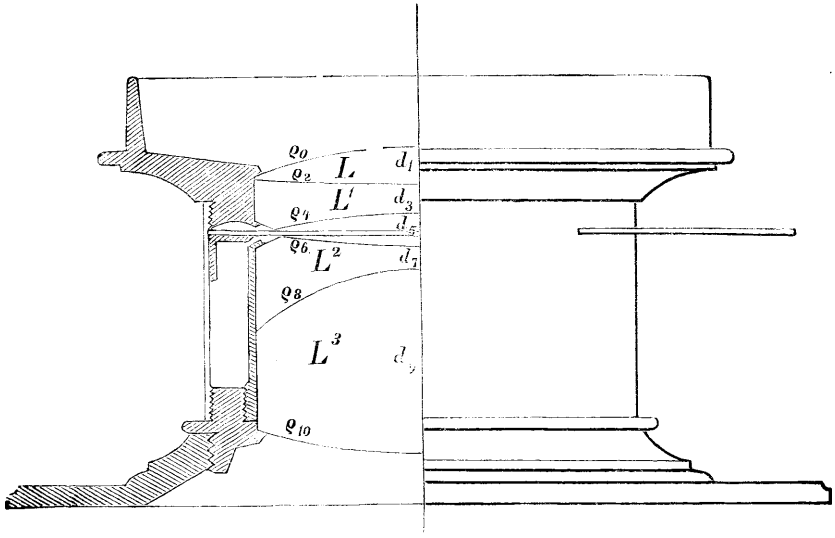


Fig. 72. Steinheil's Antiplanet für Gruppen.

Wirksame Oeffnung 43 mm
Brennweite . . . 240 „
Brechungscoëfficient: n_d = 1,51705
n'_d = 1,57762
$\frac{d_n'}{d_n}$ = 1,6183

ϱ_0 = + 64,1 mm	Leicht Flint	d_1 = 4,92 mm	
ϱ_2 = ∓ 287,2 „			
ϱ_4 = — 98,4 „	Crown	d_3 = 4,1 „	
	Abstand	d_5 = 4,1 „	
ϱ_6 = — 98,4 „	Leicht Flint	d_7 = 3,28 „	
ϱ_8 = ∓ 34,44 „			
ϱ_{10} = + 72,14 „	Crown	d_9 = 24,6 „	

Wahre Brennweite	88,93 mm
Bild von der letzten Fläche	87,08 „
Abstand von der ersten zur letzten Fläche	14,8 „

Spiegelnde Flächen	Zahl der Brechungen	Abstand des Bildes von der letzten Fläche[1])	Wahre Brennweite des Reflexbildes	Lage des Bildes	Verhältniss der Eintritts- zur Austrittshöhe
$\rho_{10}{}^i$ und $\rho_0{}^i$	(14)	— 13,7	+ 13,9	umgekehrt	1 : 1,0
$\rho_{10}{}^i$ „ $\rho_4{}^a$	(10)	— 8,0	+ 10,9	„	1 : 0,7
$\rho_6{}^a$ „ $\rho_0{}^i$	(10)	— 6,0	+ 8,0	„	1 : 0,7
$\rho_{10}{}^i$ „ $\rho_6{}^i$	(8)	— 3,2	+ 13,9	„	1 : 0,2
$\rho_6{}^a$ „ $\rho_4{}^a$	(6)	+ 0,3	+ 10,5	„	1 : 0,03
$\rho_4{}^i$ „ $\rho_0{}^i$	(8)	+ 5,0	+ 14,7	„	1 : 0,3

Beim Antiplanet für Porträte sind die Linsen der Hintercombination getrennt und die letzteren wirken sehr stark negativ. Fig. 73 zeigt deutlich dessen Construction. Sie haben sich nicht eingebürgert.

Die Antiplanete sind auch zu Vergrösserungen verwendbar, jedoch muss in letzterem Falle die Vorderlinse dem vergrösserten Bilde und die Hinterlinse dem zu vergrössernden Objecte zugewendet sein[2]).

Auf das Antiplanet erhielt Steinheil am 13. April 1881 ein deutsches, englisches und amerikanisches Patent. Die Patentschrift lautet:

„Es ist nicht schwierig, Objective für Photographie zu construiren, welche ebene Bilder liefern, es nimmt jedoch die Deutlichkeit der Bilder bei den bisher bestehenden Constructionen von der Mitte gegen den Rand langsamer oder rascher ab, je nachdem die Construction eine mehr oder weniger vollkommene ist. Verbesserungen in dieser Beziehung erfordern total andere Formen der Objective.

Der Erfinder hat durch jahrelange Berechnungen gefunden, dass ein aus zwei Linsenpaaren bestehendes (Doppel-) Objectiv diesen Fehler um so weniger besitzt, je

1) Negativ auf Seite des einfallenden Lichtes, positiv auf Seite des Bildes (Visirscheibe).

2) Verzeichniss der Steinheil'schen Gruppen-Antiplanete (reichlich doppelte Helligkeit der Aplanate):

Oeffnung mm	Brennweite cm	Bildgrösse mit voller Oeffnung cm	Bildgrösse mit kleinster Blende cm	Preis in Mark
17	9,5	6,8 × 5,4	10,2 × 8,8	45
25	14,4	9,5 × 7,4	14,9 × 13,5	60
33	18,4	12,2 × 9,5	20,3 × 17,6	80
43	24	15,8 × 10,8	24,8 × 20	105
48	27,5	16,9 × 13,5	28,4 × 23	130
64	36	21,7 × 17,6	30,5 × 25,7	210

ungleicher die Leistung des Gesammtobjectives in seine beiden Hälften vertheilt ist. Bei den in Rede stehenden antiplanetischen Objectiven ($\alpha\nu\tau\iota$ = entgegen, $\pi\lambda\alpha\nu\alpha\omega$ = abirren, also aus Hälften mit entgegengesetzten Fehlern gebildet) haben die beiden Hälften sehr grosse und entgegengesetzte Fehler, und während die eine Hälfte eine kürzere Brennweite als das Gesammtsystem hat, besitzt die andere eine negative Brennweite.

Diese Objective erhalten zwei verschiedene Formen, je nach der beabsichtigten Anwendung:

1. für Aufnahme im Freien von Gruppen, Landschaften etc., bei welchen der Reflexe halber nicht mehr als zwei getrennt stehende Linsen (vier Brechungen aus Luft in Glas oder aus Glas in Luft) vorkommen dürfen und deshalb jede der Hälften verkittet sein muss;

2. für Aufnahme im Atelier von Porträten etc., wo grosse Oeffnung im Verhältniss zur Brennweite Hauptbedingung ist, dagegen gestattet werden darf, die Linsen der einen Hälfte zu trennen.

Zu 1. Der „Antiplanet für Gruppen", mit dem im Freien gearbeitet werden soll, erhält bei 240 mm Brennweite 43 mm Oeffnung.

Die dem einfallenden Licht zugewendete (vordere) Hälfte besteht aus einer biconvexen Flintglaslinse L, verkittet mit einer biconcaven Crownglaslinse L^1, welche Combination eine Brennweite von ca. 216 mm hat und starke chromatische und sphärische Aberration, sowie stark gekrümmtes Bild im Sinne, wie eine einfache positive Linse besitzt; die zweite Hälfte, welche in geringem Abstand von der ersten steht, besteht aus einer biconcaven Flintglaslinse L^2, verkittet mit einer biconvexen Crownglaslinse L^3 und hat sehr lange negative Brennweite, sowie ebenso starke sphärische und chromatische Aberration, aber im entgegengesetzten Sinne, so dass sie die Fehler der ersten Hälfte aufhebt.

Die verwendeten Glassorten sind:

	Crown	Flint
Brechung für gelbe Strahlen	1,51705	1,57710
„ „ violette „	1,53250	1,60229.

Die nöthigen Elemente, um das Instrument bei einer Oeffnung von 43 mm und einer Brennweite von 240 mm auszuführen, sind schon Seite 108 erwähnt.

Die Zeichnung, Fig. 72, zeigt das beschriebene Objectiv theils in der Ansicht, theils im Durchschnitt.

Zu 2. Der „Antiplanet für Porträte", im Atelier anzuwenden, hat bei der gleichen Brennweite von 240 mm 76,25 mm Oeffnung der vorderen Hälfte; die zweite (hintere) Hälfte besteht aus zwei ungleich grossen, getrennt stehenden Linsen, und zwar einer Flintlinse $*L^2$ von 46,4 mm und einer Crownlinse $*L^3$ von 58,8 mm Oeffnung.

Die vordere Hälfte, bei welcher der erste Radius sehr kurz ist, hat eine positive Brennweite von ca. 156 mm und besteht aus einer biconvexen Crownglaslinse $*L$, verkittet mit einer biconcaven Flintglaslinse $*L^1$, und hat starke chromatische und sphärische Aberration und stark gekrümmtes Bild im Sinne, wie eine einfache positive Linse diese Fehler besitzt.

Die hintere Combination, welche sich in einem Abstande, der ungefähr ein Drittel der Oeffnung der Vorderhälfte beträgt, befindet, ist aus einer biconcaven Flintglaslinse $*L^2$ und einer biconvexen Crownglaslinse $*L^3$ gebildet, welch letztere in einem Abstande von ca. ein Viertel ihrer Oeffnung von $*L^2$ entfernt steht.

Diese (hintere) Hälfte besitzt eine negative Brennweite von ca. 777 mm, hat ebenfalls starke sphärische und chromatische Aberration, sowie stark gekrümmtes Bild, aber entgegengesetzt der vorderen Combination. (Fehler, wie eine einfache Negativlinse.)

Es ist somit das Gesammtobjectiv gebildet aus einem nicht compensirten, positiven und einem übercompensirten, negativen Linsenpaar.

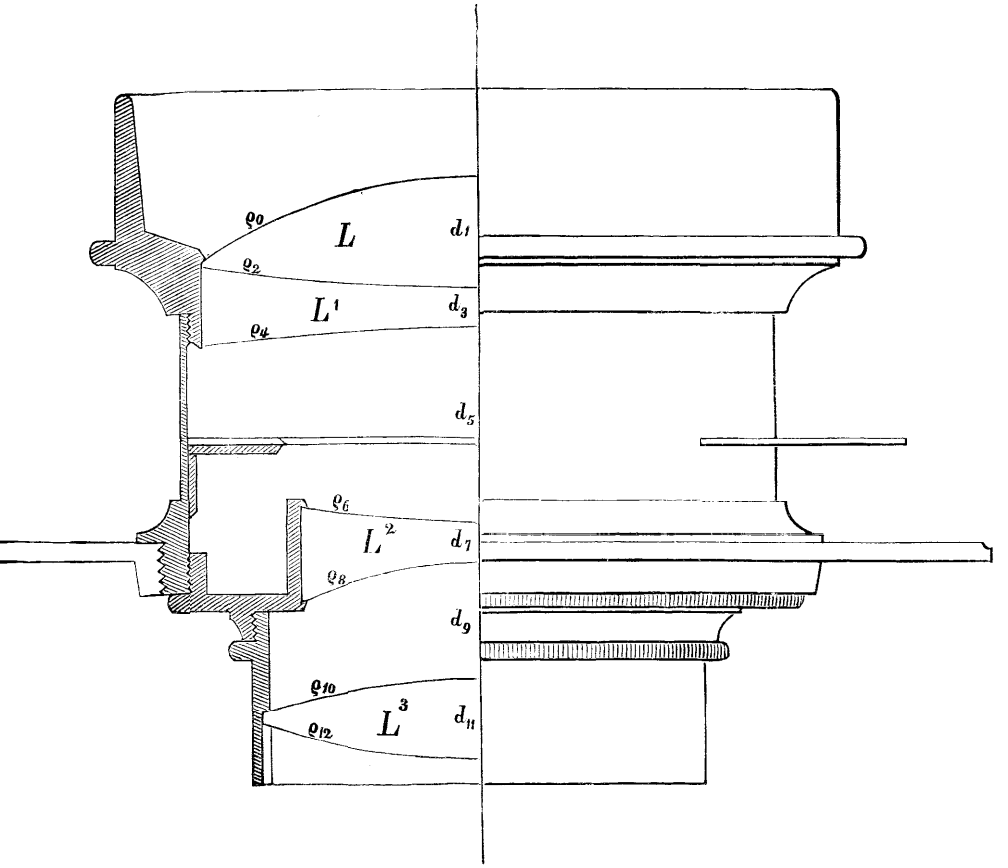


Fig. 73. Steinheil's Antiplanet für Porträts.

Wirksame Oeffnung 76 mm
Brennweite . . . 240 „
Brechungscoëfficient: $n_d = 1{,}51705$
$n'_d = 1{,}57762$
$\frac{d_{n'}}{d_n} = 1{,}6183$

$\varrho_0 = +\ 72{,}244$ mm	Crown	$d_1 =$	14,7 mm
$\varrho_2 = \pm 240{,}81$ „			
$\varrho_4 = -\ 535{,}14$ „	Leichtflint	$d_3 =$	5,35 „
	Abstand	$d_5 =$	26,7 „
$\varrho_6 = -\ 140{,}93$ „	Leichtflint	$d_7 =$	5,35 „
$\varrho_8 = -\ 61{,}951$ „			
	Abstand	$d_9 =$	15,8 „
$\varrho_{10} = +\ 109{,}83$ „	Crown	$d_{11} =$	10,7 „
$\varrho_{12} = +\ 95{,}30$ „			

Die verwendeten Glassorten sind wie oben

	Crown	Flint
Brechung für gelbe Strahlen	1,51705	1,57710
„ „ violette „	1,53250	1,60229.

Die nöthigen Dimensionen, um dieses Instrument bei gleicher Brennweite von 240 mm und 76,25 mm Oeffnung anzufertigen, wurden schon Seite 111 angegeben.

Patent-Ansprüche:

1. Die Anordnung und Construction von antiplanetischen Objectiven, welche aus zwei verkitteten Linsenpaaren bestehen, wobei das eine Paar $L L^1$ grosse, dem anderen Paar $L^2 L^3$ entgegengesetzte Fehler enthält und die eine Hälfte eine kürzere positive Brennweite als das Gesammtsystem, die andere eine negative Brennweite besitzt und beide aus den angegebenen oder ähnlichen Glassorten hergestellt sind.
2. Die Anordnung und Construction von antiplanetischen Porträtobjectiven, bei welchen die beiden Hälften grosse, aber entgegengesetzte Fehler besitzen und zugleich die Brennweite der einen Hälfte eine positive und kürzere als die des Gesammtsystems, die der anderen Hälfte dagegen eine negative ist und beide aus den angegebenen oder ähnlichen Glassorten hergestellt sind.

II. Fritsch's Antiplanete.

C. Fritsch (vorm. Prokesch) in Wien erzeugt Antiplanete nach dem Typus der Steinheil'schen Antiplanete. Die Fritsch'schen Gruppen-Antiplanete sind sehr empfehlenswerth.

Die Gruppen-Antiplanete von C. Fritsch in Wien sind analog den Steinheil'schen construirt. Das Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite ist 1 : 6, mit sehr grosser Lichtstärke zur Aufnahme von Gruppen, Architecturen, Landschaften besonders geeignet, insbesondere aber zu Momentaufnahmen [1]).

1) Verzeichniss der Fritsch'schen Antiplanete:

No.	Oeffnung in Millimeter	Brennweite in Millimeter	Bildgrösse in Centimeter		Preis fl. ö. W.
			mit voller Oeffnung	mit kleinster Blende	
0	10	60	3,6 × 2,9	5,3 × 4,6	22
1a	18	100	7,2 × 5,8	10,7 × 9,2	25
1b	21	125	8,5 × 6,7	13,0 × 11,6	28
2	25	150	9,8 × 7,6	15,4 × 14	29
3	35	200	13,3 × 10,3	22,1 × 19,1	40
4	45	250	16,4 × 11,3	25,8 × 20,8	52
5	50	280	17,1 × 13,6	28,7 × 23,2	65
6	65	360	21,7 × 17,6	30,5 × 25,7	110
7	80	450	27,1 × 22	38,1 × 32,2	170

SIEBENTES CAPITEL.

DIE PORTRÄT-OBJECTIVE NACH PETZVAL'S SYSTEM.

I. Petzval's Porträtobjectiv (Schnellarbeiter).

Die Petzval'schen Porträtobjective sind so vorzüglich, dass sie noch heute als Porträtobjective ihren Platz behauptet haben: sie sind zu Tausenden verbreitet und wenn man von einem Porträtobjective schlechtweg spricht, so ist in der Regel ein solches Petzval'scher Construction gemeint.

Erst in neuester Zeit sind an Stelle der Porträtobjective mittlerer Helligkeit die Porträt-Euryscope, Antiplanete und ähnliche Constructionen getreten (siehe oben), während für die lichtstärksten Porträtobjective („Schnellarbeiter") noch immer das Petzval'sche Linsensystem in Bezug auf die Helligkeit unübertroffen dasteht. Viele Porträtphotographen ziehen für gewöhnlich zu den Aufnahmen im Atelier auch heute noch das Petzval'sche Objectiv mittlerer Helligkeit allen anderen Constructionen vor. Nur für Aufnahmen grosser Formate, namentlich von Gruppenbildern und allen Fällen, wo es auf einen grossen Gesichtsfeldwinkel ankommt, sind die Euryscope, Aplanate und Antiplanete namentlich in kurzen Ateliers definitiv und allseitig acceptirt worden.

Bei den Petzval'schen Porträtobjectiven ist alles dem Zwecke geopfert, einen starken Strahlenbündel zu erhalten, der frei von sphärischer und chromatischer Abweichung ist, so dass mit denselben die Aufnahme von Porträten in einer äusserst kurzen Zeit ermöglicht wird. Um die grösste Lichtkraft zu erreichen, wird die Krümmung des Feldes eine bedeutende, und die Bildfläche wird nur in ihren centralen Theilen vollkommen scharf.

Von Prof. Petzval direct waren keine Krümmungsradien seiner Porträtobjective und Orthoscope erhältlich (s. S. 42). Die Originalzahlen, nach welchen seine ersten Objective ausgeführt wurden, wären verloren gegangen, wenn nicht gelegentlich eines Streites zwischen Voigtländer und Petzval[1]) ersterer eine legalisirte Copie der

1) Akademiker Dr. Petzval beleuchtet vom Optiker Voigtländer. Braunschweig, 1859.

Zeichnung und Beschreibung nebst Krümmungshalbmesser der zwei Systeme von Objectiven festgestellt hätte. Es sind dies die Petzval'schen Zahlen vom Jahre 1841. Diesem Documente war die Zeichnung Fig. 74 beigegeben und die Beschreibung:

„Erste Doppellinse, bestehend aus einer biconvexen Crownglaslinse und biconcaven Flintglaslinse

$r_1 = 36{,}4$ Linien, $r_2 = -28{,}5$ Linien $= r_3$, $r_4 = 300$ Linien,
$r_1 = 3{,}00$ Zoll, $r_2 = -2{,}37$ Zoll, $r_4 = 25$ Zoll.

Die zerstreuende Compensationslinse, bestehend aus einer biconcaven Crownglaslinse und convex-concaven Flintglaslinse

$r_1 = -86{,}4$ Linien, $r_2 = 50{,}8$ Linien, $r_3 = -126{,}3$ Linien, $r_4 = -36{,}9$ Linien,
$r_1 = -7{,}11$ Zoll, $r_2 = 4{,}32$ Zoll, $r_3 = -9{,}03$ Zoll, $r_4 = -3{,}11$ Zoll.

Die sammelnde Compensationslinse, bestehend aus einer convex-concaven Flintglaslinse und biconvexen Crownglaslinse

$r_1 = 72{,}1$ Linien, $r_2 = 25{,}3$ Linien, $r_3 = 31{,}3$ Linien, $r_4 = -102{,}8$ Linien."

Bei der ersten Linse war im Original die zweite Reihe der Werthe mit Bleistift geschrieben; sie sind nicht anderes als die auf Zolle reducirten identischen Werthe der ersten Reihe. Bei der zweiten Linse sind die beiden Reihen nicht identisch, sondern bezeichnen verschiedene Krümmungen.

Fig. 74.

Werden alle Dimensionen und Krümmungen, wie sie im Documente angegeben sind, mit 2 multiplicirt, so erhalten wir drei Linsen von drei Zoll Oeffnung, welche zwei Linsensysteme von folgenden Krümmungen bilden:

Erste Linse

$r_1 = 6$ Zoll, $r_2 = r_3 = -4{,}74$ Zoll, $r_4 = 50$ Zoll.

Zweite Linse

$r_1 = -14{,}22$ Zoll, $r_2 = 8{,}64$ Zoll, $r_3 = -18{,}06$ Zoll, $r_4 = -6{,}22$ Zoll.

Dritte Linse

$r_1 = 12{,}166$ Zoll, $r_2 = 4{,}216$ Zoll, $r_3 = 5{,}216$ Zoll, $r_4 = -17{,}133$ Zoll.

Die erste und dritte Linse bilden die Combination des Petzval'schen Porträtobjectives (Dreizöller), wie es von Voigtländer zu Beginn in den Handel gebracht wurde. Die Combination der ersten und zweiten Linse entspricht derselben Combination, welche Petzval später als Landschaftsobjectiv (s. Orthoscop) veröffentlichte. Bei dem später (1859) von Petzval-Dietzler veröffentlichten Landschaftsobjectiv war jedoch die Oeffnung der Hinterlinse nur $^2/_3$ der Vorderlinse, während sie in der Zeichnung vom Jahre 1841 gleich sind. Die Krümmungsradien des Objectives (Orthoscop) vom Jahre 1859 waren dieselben, nämlich

$r_1 = -14{,}445$ Zoll, $r_2 = 8{,}5$ Zoll, $r_3 = -21$ Zoll, $r_4 = -6{,}143$ Zoll.

Hierbei sei bemerkt, dass sie mit der zweiten Zahlenreihe der zweiten Linse vom Jahre 1841 (s. o.) identisch sind, während die erste Zahlenreihe derselben Linse etwas andere Werthe repräsentirt, welche Petzval augenscheinlich nachträglich etwas abänderte.

Das ursprüngliche Petzval'sche Porträtobjectiv, wie es von Voigtländer erzeugt wurde, bestand aus einem aus 2 verkitteten Linsen gebildeten vorderen und einem aus 2 getrennten Linsen gebildeten hinteren Objectiv. Beide Combinationen hatten nahezu denselben Durchmesser (bei No. 1 vorn 18‴, hinten 19‴). Die Glasarten waren:

Hart Crown vom Brechungszeiger $n_D = 1{,}517$
und Leichtflint „ „ $n_D = 1{,}575$.

Das Objectiv hatte nur eine Rohrblende, welche die ganze Oeffnung der Linsen wirksam liess.

Die Krümmungshalbmesser der zuerst in den Handel gebrachten Objective No. 1 sind:

$$r_1 = +\,79{,}02, \quad r_2 = +\,62{,}42, \quad r_3 = -\,750{,}7, \quad r_4 = +\,158{,}04,$$
$$r_5 = -\,55{,}3, \quad r_6 = +\,68{,}55, \quad r_7 = +\,223{,}89.$$

Die Oeffnung ist 18‴ = 40 mm, die Brennweite $5\frac{1}{2}$″ = 145 mm, rel. Oeffnung 1 : 3,6. Das Objectiv ist nicht achromatisch (s. Fig. 75).

Die erste wesentliche Verbesserung (1858. s. S. 43) war die Herstellung des Achromatismus, indem Voigtländer die Crownlinse der vorderen Combination aus Soft Crown (vom Brechungszeiger $n_D = 1{,}515$, aber grösserer zerstreuender Kraft) fertigte und r_3 auf 655 mm verkürzte.

Die ersten Instrumente Voigtländer's zeigten Focusdifferenz (bis No. 7200); bei den späteren wurde dieser Fehler corrigirt und schon seit langem kommt kein derartiges Instrument mehr in den Handel.

Obige Zahlen betreffen die alten Voigtländer'schen Porträtobjective[1]) und zwar jene mit normaler Brennweite. Die alten Schnellarbeiter (*B* mit kurzer Brennweite) hatten keine besondere Construction; die kürzere Brennweite wurde erzielt, indem man die Gläser der nächst höheren Nummer auf den Radien der niederen Nummer schliff. Z. B. wurde

1) Nach Voigtländer (Deutsche Patentschr. No. 5761 vom 25. Juni 1879) besitzt sein Petzval'sches Porträtobjectiv folgende Construction: Nimmt man die Gesammtbrennweite beider Doppellinsen F, jene der ersten Doppellinse $(GH) = f$, jene der zweiten Doppellinse $(NM) = f_1$, so verhält sich $f : f_1 = 3 : 5$, setzt man ferner für $F = 10$, so ist:

Vorderlinsen	Krümmungsradius der biconvexen Crownglaslinse . .	$r = +\,5{,}4545$ $r_1 = +\,4{,}3182$
	„ „ fast planconcaven Flintglaslinse	$r_2 = -\,4{,}3182$ $r_3 = -\,54{,}54$
Hinterlinsen	„ des Flintglasmeniscus	$r_4 = +\,10{,}909$ $r_5 = -\,3{,}833$
	„ der biconvexen Crownglaslinse . .	$r_6 = +\,4{,}742$ $r_7 = +\,16{,}3636$

der 24‴ Schnellarbeiter (*B*) auf dem Schliff der 21‴ normalen Porträtobjective gemacht. In umgekehrter Weise verfuhr man, um die langen Porträtobjective (*A*) herzustellen; z. B. wurde das 5zöllige Porträtobjectiv auf dem Schliff der 4zölligen normalen Porträtobjective von derselben Brennweite gearbeitet.

Da es häufig vorkommt, dass bei dem Auseinandernehmen des hinteren Objectives, zum Zweck der Reinigung, die beiden Gläser nebst Zwischenring verkehrt in die Fassung wieder eingelegt werden, so beachte man, dass das doppelt convexe Crownglas mit der flacheren Seite an den Ansatz der Fassung zu liegen kommt, dann folgt der Zwischenring und auf diesen die Flintglaslinse mit der concaven Seite nach innen.

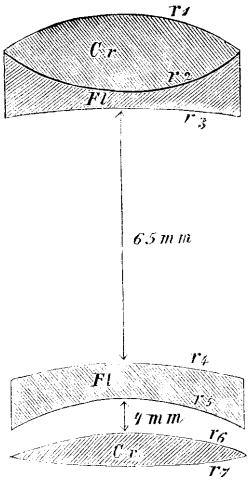


Fig. 75.

Der Ueberschraubring darf nicht zu fest angezogen werden, da sonst leicht eine Spannung in den Linsen entstehen kann.

Je nach der Oeffnung und der Brennweite des Objectives variirt dessen Lichtkraft. Für die lichtstärksten Porträtobjective beträgt der Durchmesser der grössten Oeffnung, mit welcher das Objectiv arbeitet, den dritten Theil der Brennweite $\left(\frac{f}{3}\right)$. Etwas lichtschwächere Objective mit $\frac{f}{4}$ werden für gewöhnlich verwendet, weil das Bild flacher ist. Werden Bilder von noch grösserem Format verlangt (Gruppenaufnahmen etc.), so wird die Brennweite im Vergleich zur wirksamen Oeffnung länger gewählt, z. B. $\frac{f}{6}$. Die vergleichsweise Helligkeit dieser Instrumente ist dann 9 : 36, d. h. das erstere ist viermal lichtstärker als das letztere.

Das Gesichtsfeld schwankt zwischen 15 bis 55 Grad; es beträgt jedoch bei der Verwendung grösserer Blenden selten mehr als 20 Grad in voller Schärfe. Es hängt ab von der Grösse der Blenden und der Distanz der Vorder- und Hinterlinsen; sind diese sehr genähert und die Blende klein, so ist das Feld gross, aber das Bild stark gekrümmt und deshalb auf ebener Platte gegen den Rand undeutlich.

Ohne Blende ist nur ein kleiner Theil der Bildmitte scharf. Blenden bewirken das Entstehen eines ausgedehnten scharfen Bildes. Die Tiefe des Bildes ist sehr gering, sobald man mit voller Oeffnung arbeitet; mit kleinen Blenden ist aber die Tiefe sehr bedeutend. Die Bilder des

Porträt-Doppelobjectives sind nicht frei von Verzeichnung und deshalb ungeeignet für die Aufnahmen von Monumenten und Plänen.

Bei einem Petzval'schen Porträtobjectiv wird die Bildebene flacher, wenn man das Diaphragma näher an die Vorderlinse rückt, als wenn es mehr nach der Mitte zwischen beiden Linsen gerückt wird. Uebrigens hängt die richtige, unverzerrte Wiedergabe der Linien am Rande des Bildes wesentlich von der Stellung des Diaphragmas ab. Hat man es durch irgend eine Stellung des Diaphragmas dahin gebracht, dass alle geraden Linien auch auf dem Bilde völlig gerade und ungekrümmt erscheinen, so werden durch eine Verrückung des Diaphragma nach der Hinterlinse zu die vorher geraden Linien nach innen gekrümmt][, wogegen durch eine Annäherung an die Vorderlinse eine Krümmung nach aussen [()] ensteht.

Das vordere Linsenpaar kann herausgenommen und, mit der flachen Seite dem Objecte zugewendet, als Landschaftslinse gebraucht werden. Es ist achromatisch, aber für sich allein nicht frei von sphärischer Abweichung, welche durch Anwendung von Blenden beseitigt werden muss; die Brennweite der Vorderlinse ist grösser (ungefähr zweimal) als die des ganzen Systems. Diese Eigenschaft der Vorderlinse gab Veranlassung zur Construction combinirter Porträt- und Landschaftslinsen (s. u.).

Auch kann man die Vorderlinse solcher Porträtobjective zur Aufnahme von grossen Köpfen im Porträt-Atelier verwenden und erzielt eine vollkommen genügende, auf eine grosse Fläche vertheilte Schärfe, welche allerdings nicht die Schärfe von Doppelobjectiven besitzt; man muss diese Linse dann auf beiläufig $^1/_{15}$ bis $^1/_{20}$ der Brennweite abblenden. Auf diesem Wege lassen sich sehr hübsche grosse Porträte erzielen.

Die Petzval'schen Porträtobjective werden heute, ausser von Voigtländer (s. o.), noch von vielen anderen Fabriken in vorzüglicher Qualität geliefert, namentlich von Suter in Basel[1]), von der Optischen In-

1) Verzeichniss der Suter'schen Porträtobjective. Raschwirkende Porträtobjective (System Petzval) mit Centralblenden.

No.	Oeffnung mm	Brennweite cm	Verwendung	Preis Fr.	Mk.
1	54	12	für Stereoscop- und Kinder-Aufnahmen	90	72
2	61	15	„ Brustbilder in Visitenkartenformat .	110	88
3	69	16	„ ganze Figuren „	150	120
4	78	16	„ „ „ „ rascher	250	200
5	81	20	„ Cabinetbilder	200	160
6	180	30	„ Platte 24 × 18 cm und Promenadenformat	500	400

dustrie-Anstalt in Rathenow (vormals E. Busch[1]), von Français in Paris[2]).

Diese Objective sind sehr lichtstark und geben Negative von grosser Feinheit und Schärfe. — Die verzeichneten Bildgrössen sind bei der grössten Oeffnung in Betracht gezogen und können daher durch gehörige Abblendung ausgedehnt werden.

Doppelobjective (System Petzval) gewöhnlicher Brennweite für Porträts, Gruppen und Landschaften mit Centralblenden. (Ist für gewöhnliche Porträtaufnahmen sehr geeignet.)

No.	Oeffnung		Brennweite	Bildgrösse	Preis	
	mm	Zoll	cm	cm	Fr.	Mk.
1	43	—	12	Visite	60	48
2	54	—	14	12 × 9	80	64
3	61	—	17	15 × 12	100	80
4	65	—	20	18 × 13	125	100
5	81	3	27	24 × 18	180	144
6	110	4	36	34 × 30	450	360
7	135	5	45	40 × 34	650	520

Bei diesen Objectiven kann die Vorderlinse allein für Landschaften und Reproductionen gebraucht werden, indem man sie an Stelle der Hintergläser, welch' letztere in diesem Falle ausgeschlossen werden, einschraubt und sich der kleinen Blenden bedient.

1) Verzeichniss der Petzval'schen Porträtobjective der Rathenower Anstalt:

System I ist für gewöhnliche Porträtaufnahmen sehr zu empfehlen.

System II hat eine noch kürzere Brennweite und grössere Lichtkraft, dagegen nimmt die Tiefe der Schärfe und die Grösse des Bildes wieder ab.

System III und IV haben die kürzeste Brennweite, die grösste Lichtkraft, die geringste Tiefe der Schärfe und das kleinste Bild.

Porträt-Doppelobjective (construirt nach Petzval) mit Centralblenden:

Objectiv-Oeffnung	System I			System II			System III			System IV		
	Brennweite	Bildgrösse	per Stück	Brennweite	Bildgrösse	per Stück	Brennweite	Bildgrösse	per Stück	Brennweite	Bildgrösse	per Stück
Lin.	cm	cm	Mark	cm	cm	Mark	cm	cm	Mark	cm	cm	Mark
19	11,8	9,8:12,5	45	10,1	7,2: 9,8	51	8,8	f. Stereoscop 7,5 : 8,1	60	7,8	f. Stereoscop 6,8 : 7,5	69
24	15,6	12,2:13,8	69	13,8	9,8:12,5	78	11,8	9,8:12,5	90	9,8	f. Stereoscop u. Visitenk. 7,2 : 9,8	102
27	17,6	12,5:16,3	84	15,4	11,2:13,8	93	13,1	10,5:13,1	108	—	—	—
30	19,6	15,6:19,6	117	16,9	12,5:16,3	129	14,7	11,2:13,8	147	—	—	—
36	23,5	18,5:23,5	153	20,6	15,6:19,6	168	17,6	12,5:16,3	192	14,7	für Visitenkarten bis 11,2:13,8	216
48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19,6	für Visitenkarten bis 15,6:19,6	465

2) Verzeichniss der Français'schen Porträtobjective (s. nebenstehend):

Fig. 76 zeigt Suter's Porträtobjectiv, welches sehr leistungsfähig bei Porträtaufnahmen im Atelier und bei kurzer Belichtungszeit ist: es entspricht der Dallmeyer'schen Modification, s. S. 122. Der Verfasser zieht für die gewöhnlichen Porträtaufnahmen die „Doppelobjective gewöhnlicher Brennweite" (s. Verzeichniss, S. 117. Anmerkung 1) vor. Die Krümmungsradien für das Doppelobjectiv No. 6 von 36 cm Brennweite sind die folgenden:

$$d = 10{,}5 \quad \begin{matrix} R = +\ 209{,}929 \\ R_1 = +\ 172{,}261 \end{matrix} \Big\} \text{ Crown}$$

$$d_1 = 3{,}8 \quad \begin{matrix} R_2 = -1554{,}57 \end{matrix} \Big\} \begin{matrix} \text{Vorderlinse} \\ \text{Flint} \end{matrix}$$

$$d_2 = \text{Abstand} = 118{,}0$$

$$d_3 = 5{,}3 \quad \begin{matrix} R_3 = +\ 392{,}391 \\ R_4 = -\ 148{,}305 \end{matrix} \Big\} \text{ Flint}$$

$$d_4 = \text{Abstand} = 4{,}5 \quad \text{Hinterlinse}$$

$$d_5 = 8{,}2 \quad \begin{matrix} R_5 = +\ 188{,}736 \\ R_6 = +\ 643{,}371 \end{matrix} \Big\} \text{ Crown}$$

Verwendete Glassorten:

$$\text{Vorderlinse} \begin{cases} \text{Crown } n = 1.532 \\ \text{Flint } n' = 1.589 \end{cases}$$

$$\text{Hinterlinse} \begin{cases} \text{Crown } n = 1.536 \\ \text{Flint } n' = 1.570 \end{cases}$$

Objectiv-Oeffnung	Gewöhnliche Brennweite	Bildgrösse	Distanz des Modells vom Objectiv	Kurze Brennweite	Bildgrösse	Distanz des Modells vom Objectiv
mm	Francs	cm	Meter	Francs	cm	Meter
162	1000	40—50	5	1200	30—40	5
135	600	30—40	5	800	27—33	5
108	400	27—33	5	600	21—27 / 18—24	5
95	300	21—27	5	400	18—24 / 13—18	5
88	200	21—27	5	300	18—24 / 13—18	5
81	150	18—24	5	200	13—18 / 9—12	5
68	120	13—18	5	150	9—12	4—5
61	65	13—18	5	75	9—12	4—5
54	55	11—15	4—5	65	9—12	3—70
43	35	9—12	3—50	40	9—12	3—50
31	35	9—12	3—50	40	9—12	3—50

Hermagis, Darlot, Jamin, Charconnet und Lavrance in Paris (ehemals Gasc und Charconnet in Paris) und insbesondere Dallmeyer in London, Ross u. A. sind ferner als Erzeuger guter Porträtlinsen zu nennen. Manche dieser Constructionen (besonders französische) sind schon äusserlich an der Fassung, welche öfters conisch ist, kenntlich.

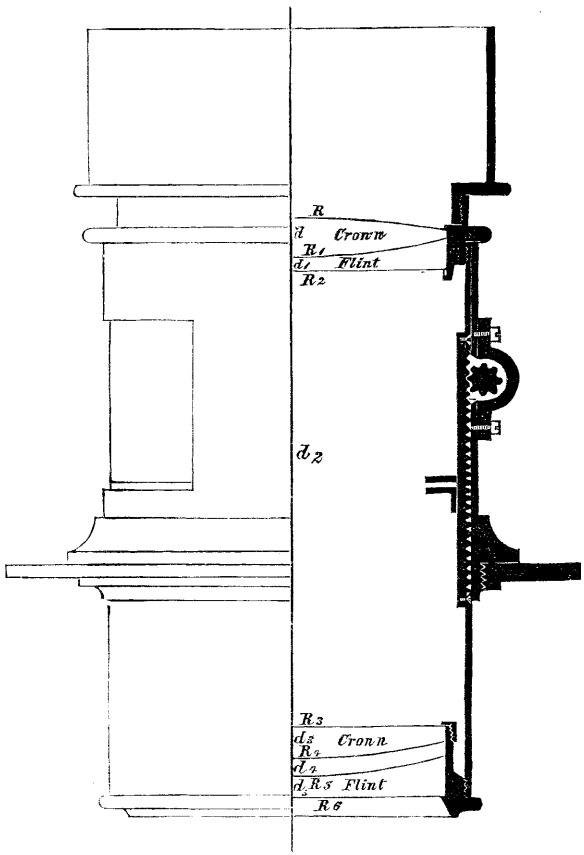


Fig. 76. Suter's Porträt-Objectiv.

Die Fig. 77 stellt das Doppelobjectiv von Petzval, construirt von Dallmeyer, unter dem Namen Schnellarbeiter für Stereoscopaufnahmen vor und beträgt dessen Focuslänge 4.62 englische Zoll.

Dieses Objectiv ist zusammengesetzt:

1. Aus einem achromatischen Meniscus HG (fast planconvex), dessen convexe Fläche nach dem zu reproducirenden Gegenstand gerichtet ist. Derselbe ist in einen Ring H gefasst und an eine Röhre $DEE'D'$ an-

geschraubt, welche die grössere Röhre FF' aufnimmt, die mit einem Deckel aus Messing oder aus Pappe geschlossen wird.

2. Aus einer biconvexen Combination NM, welche durch einen Zerstreuungs-Meniscus M aus Flintglas gebildet wird, welcher in einer bestimmten Entfernung von einer biconvexen Crownglaslinse N angebracht ist. Das Flintglas ist in einen Ring OO' gefasst, der sich in einen andern, das Crownglas enthaltenden Ring PP' einschrauben lässt. Ein anderer Ring trennt die beiden Linsen in der durch die Berechnung festgestellten Entfernung. Diese Linsencombination wird an der hinteren Seite der Fassung $DEE'D'$ angebracht. Die Brennweite der beiden Linsenpaare ist nahezu gleich. Fig. 81 zeigt die Construction der einzelnen Details.

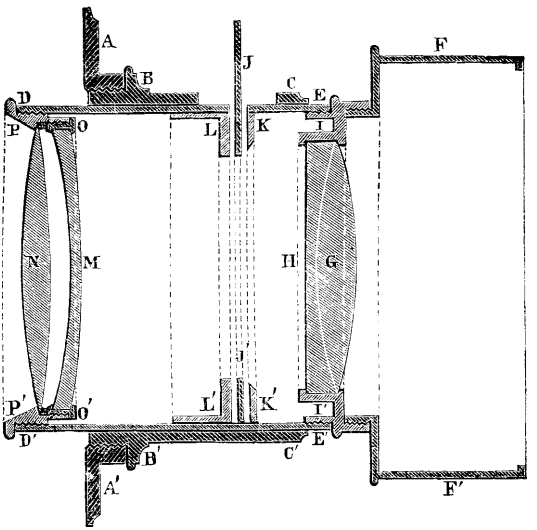


Fig. 77. Petzval's Porträtobjectiv, ausgeführt von Dallmeyer nach älterer Construction.

LL' und KK' sind zwei Scheiben, zwischen welche die Diaphragmen eingeschoben werden [1]).

---

1) Monckhoven gibt folgende Zahlen für das obengenannte Instrument:

Durchmesser der vorderen Combination		2977
Crownglas biconvex	$+R$	5585
	$+R'$	3701
Flintglas biconcav	$-R''$	3701
	$-R'''$	102,662
Durchmesser der hinteren Combination		3517
Flintglas-Meniscus divergirend	$+R$	13030
	$-R'$	5844
Crownglas biconvex	$+R''$	10195
	$+R'''$	10195
Entfernung der beiden Combinationen		2424
Absolute Focuslänge		10,000
Ganze Objectiv-Oeffnung $\frac{f}{25}$		= 2500
Oeffnung des kleinsten Diaphragmas $\frac{f}{25}$		= 400.

In neuester Zeit änderte Voigtländer diese ursprüngliche Petzval'sche Construction, indem er (nach dem Vorgange Dallmeyer's, s. u.) in der Hintercombination die Stellung des Flint- und des Crownglases vertauschte.

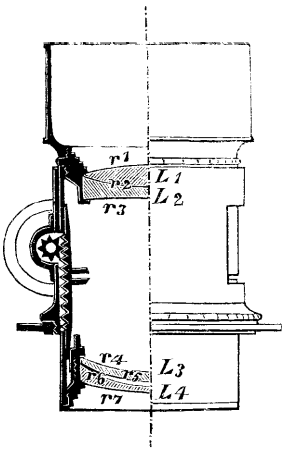


Fig. 78.
Voigtländer's Porträtobjectiv.

Die letzte Construction (1885) des „Voigtländer'schen Porträtobjectives mit grosser Lichtstärke" (Schnellarbeiter) besitzt das Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite $= 1 : 3^1/_6$; der Gesichtsfeldwinkel ist $= 50$ Grad.

Fig. 78 zeigt die Construction dieses Objectives [1]).

Die Glasarten sind: L_1 Soft Crown $n_D = 1{,}515$
L_2 Leichtflint $n_D = 1{,}575$
L_3 Hart Crown $n_D = 1{,}517$
L_4 Leichtflint $n_D = 1{,}575$.

No. 3B von 52 mm Oeffnung hat eine Brennweite $f = 167$ mm.

Die Krümmungshalbmesser sind:
$r_1 = 86{,}9$ $r_2 = 75$ $r_3 = 420$ mm,
$r_4 = 657$ $r_5 = 56$ $r_6 = 48{,}5$ $r_7 = 101$ mm.

II. Dallmeyer's Modification des Petzval'schen Porträtobjectives.

Im Jahre 1866 veränderte John Henry Dallmeyer in London die Petzval'sche Linsenconstruction (s. englische Patentschriften) durch eine andere Anordnung der Hinterlinse, wie dies aus Fig. 79 und 80 hervorgeht.

Zunächst einige Worte über die Construction des Dallmeyer'schen Patentobjectives: Das Crownglas und Flintglas der Hinterlinse sind im Vergleich zur ursprünglichen Petzval'schen Construction umgekehrt angeordnet, d. h. es steht die Flintglaslinse hinten und die Crownglaslinse voran, wie Fig. 80 im Vergleiche mit Fig. 79 zeigt. Diese beiden

1) Verzeichniss der neuen Voigtländer'schen Porträtobjective mit grosser Lichtstärke:

No.	Oeffnung des Objectivs		Brennweite des Objectivs	Durchmesser des runden Bildes	Normalplatte	Preis
	Zoll	cm	cm	cm	cm	Mark
3B	2	5,3	17,4	18	9×12	120
4B	$2^1/_2$	6,6	20,9	23	12×16	180
5B	3	7,9	24,5	28	15×18	260
6B	$3^1/_2$	9,2	30,6	33	18×24	360
7B	4	10,5	39,5	42	26×31	480

No. 3B, 4B, 5B sind mit Trieb versehen, No. 6B und 7B ohne Trieb.

Hinterlinsen sind beweglich; ihre Entfernung kann willkürlich geändert werden. Wenn man die Linsencombination verstellt, so kann man eine mildere Schärfe, die mitunter erwünscht ist, in allen Theilen erhalten. Wenn die hinterste Linse ganz eingeschraubt ist, erhält man mit dem

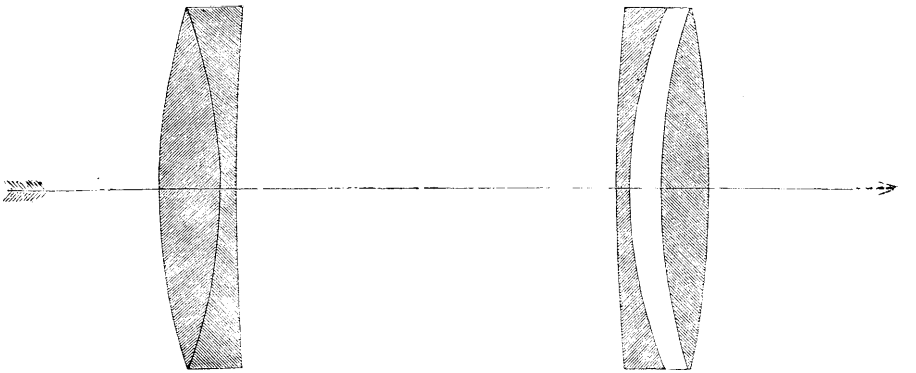


Fig. 79. Petzval's Porträtobjectiv.

Objective das schärfste Bild von Gegenständen, die in einer Ebene liegen. Durch das Zurückschrauben der Hinterlinse wird die überaus grosse Schärfe gemildert und der Focus dehnt sich über mehrere Ebenen aus, um so mehr, je weiter man die Hinterlinse zurückschraubt. Der Photo-

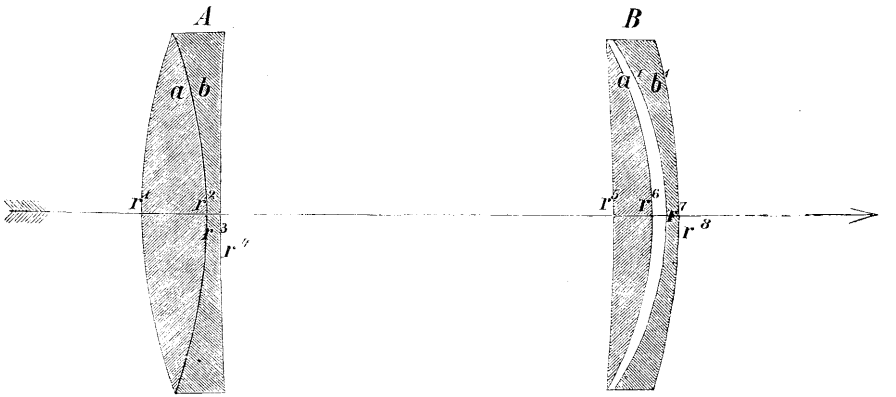


Fig. 80. Dallmeyer's neueres Patent-Porträtobjectiv.

graph ist auf diese Weise im Stande, sein Instrument der Beschaffenheit des Modells anzupassen.

Bei diesem Objectiv ist das Verhältniss von wirksamer Linsenöffnung zur wirklichen Brennweite des Linsensystemes wie 1 : 3 und

der Gesichtsfeldwinkel umfasst ungefähr 60 Grad; das Bild ist aber nicht ganz frei von Verzerrung [1]).

Die Details der Construction sind nach der Patentschrift folgende (s. Fig. 80): Die Vorder- und Hinterlinse haben denselben Durchmesser. Das Verhältniss der Brennweite der Vorderlinse A zu der Brennweite des ganzen Objectives f ist wie 9 : 6 und die Brennweite der hinteren Linsencombination B zu jener von A ist wie 3 : 2. Die Vorderlinse A ist zusammengesetzt durch die biconvexe Crownglaslinse a und die biconcave Flintglaslinse b. Der Krümmungsradius von r^1 ist im Verhältniss zu der Brennweite des ganzen Objectives wie 1 : 2 und der Krümmungsradius von r^4 verhält sich zu r^1 wie 5 : 1. Die inneren Krümmungen r^2 und r^3 sind identisch und derartig verkittet, dass die Combination achromatisch oder fast so ist, was bei Dallmeyer's Glassorten dann eintritt, wenn das Verhältniss von r^1 zu r^2 wie 31 : 27 ist. Auf eine dem Durchmesser der Vorderlinse A gleiche Distanz ist die Combination der Hinterlinse angebracht. Die hintere Combination B besteht aus der Crownglaslinse a' (mit der concaven Seite der Vorderlinse zugewendet) und der concav-convexen Flintglaslinse b' (mit der convexen Seite nach aussen). Der Krümmungsradius r^6 verhält sich zu r^1 wie 2 : 3 und r^8 zu r^1 wie 37 : 31; das Verhältniss von r^5 zu r^7 ist derartig, dass bei dem Abstande der einzelnen Hinterlinsen von einander $c = \frac{f}{60}$ die Combination B achromatisch ist, was bei Dallmeyer's Glassorten eintritt, wenn sich r^6 zu r^5 verhält wie 1 : 16 und r^8 zu r^7 wie 2 : 1.

1) Verzeichniss der Dallmeyer'schen patentirten Porträtlinsen:

Linsenöffnung Zoll	Brennweite Zoll	Bildgrösse Zoll		Preis Pfd. St.	s.
$2^3/_4$—$2^5/_8$	$6^1/_2$	4 × 5 (Gewöhnliche Lichtkraft; $\frac{f}{4}$)		13	—
$3^1/_2$—$3^1/_4$	10	$4^3/_4$ × $6^1/_2$ „ „		18	—
4	12	$6^1/_2$ × $8^1/_2$ „ „		27	5
$4^1/_2$	14	8 × 10 „ „		38	10
5	18	15 × 15 „ „		50	—
6	22	20 × 16 „ „		60	—
$2^3/_4$	6	Visit (doppelt so lichtstark als voriges; $\frac{f}{3}$)		13	5
$3^1/_2$	8	Cabinet „ „ „ „ „		20	—
$4^1/_2$	12	$6^1/_2$ × $8^1/_2$ „ „ „ „		40	—
		Langsam und tief arbeitend; 4 mal langsamer als vorige; $\frac{f}{6}$			
		für Porträte u. Gruppen	für Landschaften		
$2^1/_8$	$10^1/_2$	$8^1/_2$ × $6^1/_2$	10 × 8	9	10
$2^7/_8$	13	10 × 8	12 × 10	13	10
$3^1/_4$	16	12 × 10	15 × 12	17	10
4	$19^1/_2$	15 × 12	18 × 16	26	10
5	24	18 × 16	22 × 20	48	—
6	30	22 × 20	25 × 21	58	—

Dieses Objectiv ist (auch ohne Diaphragma) für die Distanz $\frac{f}{60}$ der einzelnen Hinterlinsen frei von sphärischer und chromatischer Aberration für axial oder schief einfallende Strahlen und zwar bei der Vergrösserung der Distanz derselben zwischen $\frac{f}{60}$ bis $\frac{f}{20}$. Durch die Veränderung dieser Distanz kann also das Objectiv in seinen Eigenschaften modificirt werden (S. 123).

III. Porträtobjectiv von Voigtländer vom Jahre 1878.

Voigtländer modificirte im Jahre 1878 die Petzval'sche Linsencombination für Porträte. Er vermied sowohl die Ungleichheit der Brennweiten der beiden einzelnen Linsencombinationen (H und M Fig. 77) als auch die Trennung der beiden Linsen des hinteren Systemes. Nach Voigtländer besitzt diese Modification bei vermehrter Lichtstärke die Eigenschaft, eine grössere Tiefe der Zeichnung und grössere Ausdehnung der scharf gezeichneten Bildfläche als früher zu Stande zu bringen. Das erhaltene Bild ist frei von Verzeichnung.

Diese Vortheile sind erzielt worden durch Abänderung des Verhältnisses der gegenseitigen Brennweiten der beiden Doppellinsen, vor allem aber durch die Abänderung der Gestalt der Hinterlinse CD (Fig. 81) und zwar dadurch, dass derselbe nicht wie bisher aus zwei durch einen Ring getrennten Linsen mit ungleichen Innenflächen, sondern aus solchen besteht, deren innere Flächen den gleichen Krümmungsradius haben und daher wie die Vorderlinse AB durch ein transparentes Bindemittel fest vereinigt sind, wodurch zwei spiegelnde beziehungsweise Licht reflectirende Linsenflächen vermieden werden und daher das so erhaltene Bild an Intensität und Präcision gewinnt.

Die Construction dieses Doppelobjectives ist aus Fig. 81 ersichtlich.

A und D sind die Linsen aus Crownglas, dessen Dichtigkeit = 2,51 und dessen mittlerer Brechungsindex $n = 1{,}536$ ist. B und C sind Linsen aus Flintglas, dessen Dichtigkeit 3,21 und dessen mittlerer Brechungsindex $n = 1{,}602$ ist. Die Entfernung der beiden Systeme $a = 5{,}3$, die Brennweite der Combination AB ist gleich jener der zweiten CD und verhält sich zur Gesammtweite F wie 3 : 2.

Setzt man für $F = 10$ so ist:

Vorderlinse	Hinterlinse
$r = +\ 6{,}700$	$r_4 = \pm\infty$
$r_1 = +\ 5{,}417$	$r_5 = +\ 2{,}5$
$r_2 = -\ 5{,}417$	$r_6 = -\ 2{,}5$
$r_3 = -\ 60{,}00$	$r_7 = +\ 6{,}7.$

Die Aussenflächen des Objectives sind demnach gleich gekrümmt.

Das Vorderobjectiv AB der neuen Construction hat bei gleicher Gesammtbrennweite beider Constructionen zwar eine ähnliche Gestalt der Linsen und Lage der Curven, jedoch eine etwas längere Brennweite als das Objectiv AB der alten Construction.

Die hintere Doppellinse CD (Fig. 81) hat jedoch eine vollständig von der alten Form verschiedene Gestalt und Lage und eine ganz bedeutend verkürzte Brennweite.

Zur Erzielung einer ausgedehnten Bildfläche befindet sich zwischen beiden Doppelobjectiven die Centralblende bb.

Diese Construction wurde nach einigen Jahren von Voigtländer nicht mehr erzeugt, sondern an ihre Stelle trat für Porträtobjective mittlerer Helligkeit das „Porträt-Euryscop". Für grösste Helligkeit behielt er das Petzval'sche System mit getrennter Hinterlinse (s. S. 122) bei.

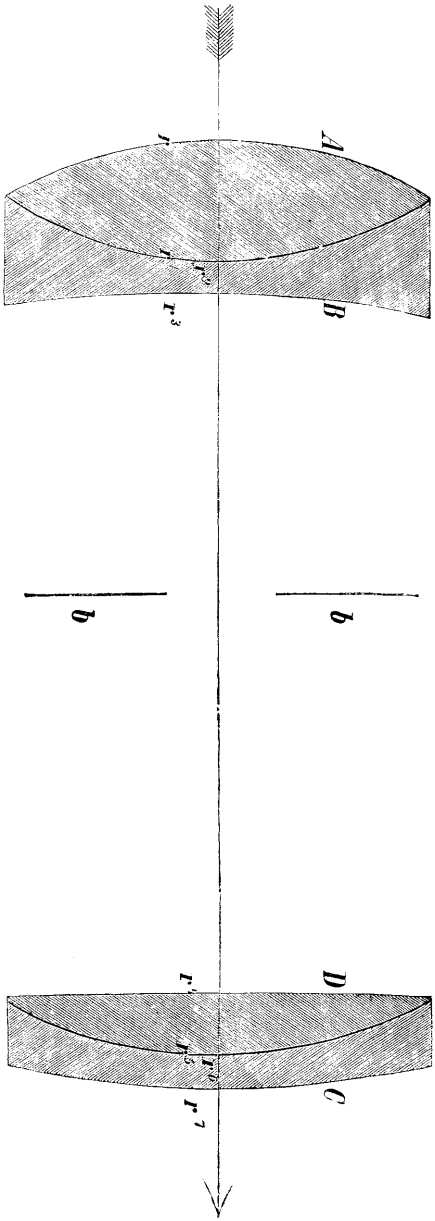


Fig. 81. Voigtländer's neues Porträtobjectiv.

Claudet brachte gleichfalls an den Porträtobjectiven eine Einrichtung an, um eine gleichmässigere Schärfe über das ganze Bild zu erhalten, indem er während der Exposition die Lage der Linse änderte, wodurch die Schärfe von der Mitte auf den Rand überging. Sein „Egalisateur des foyers" bestand in einem Mechanismus, welcher die Distanz zwischen Vorder- und Hinterlinse im verschiedenen Verhältnisse änderte; dadurch glich sich die Schärfe aus, ohne dass die Dimensionen des Apparates geändert wurden[1]).

E. Busch in Rathenow construirte Doppelobjective mit verstellbaren Linsenpaaren. Dieselben sind Petzval'sche Porträtobjective, bei welchen das vordere Linsenpaar dem hinteren Linsenpaare nach Belieben genähert oder von demselben entfernt werden kann. (NB. Bei Dallmeyer geschieht dies nicht, sondern es werden die zwei einzelnen Linsen des hinteren Systemes von einander entfernt.) Das vordere Objectiv befindet sich nämlich in einem besonderen Rohr, welches in der allgemeinen Fassung verschiebbar ist. Hierdurch kann man die Schärfe nach Erforderniss auch auf den Rand des Bildes leiten. Befinden sich die Objective so nahe, als es die Fassung erlaubt, so ist das Doppelobjectiv besonders zur Aufnahme von Gruppen geeignet, weil in diesem Falle die Schärfe am Rande des Bildes genauer ist, als wenn die Objective weiter von einander entfernt sind. Das Bild ist allerdings bei kürzester Entfernung der Doppellinsen mehr gekrümmt, bei Aufnahme von Gruppen, die kreisförmig aufgestellt werden, schadet dieser Umstand nicht. Bei Einzelaufnahmen stehender Figuren in grossem Format sind die Linsen in der Fassung möglichst weit von einander zu

1) Bulletin de la Société franç. de Phot. 1867.

entfernen, damit das Bild klarer wird, jedoch leidet dadurch die Tiefe der Schärfe. In diesem Falle ist man, um die Tiefe zu vermehren, genöthigt, eine kleine Centralblende einzusetzen.

Bei der Aufnahme sitzender Personen, also bei Kniestücken und Brustbildern, wo es weniger auf Planheit des Bildes ankommt, verkürzt man die Entfernung der Objective vielleicht um die halbe Breite des Aufschieberings oder noch mehr und wird dann wahrnehmen, dass die Tiefe der Schärfe zunimmt, so dass man in diesem Falle eher eine grössere Centralblende als bei stehenden Personen anwenden kann. Bei Aufnahme in der Breite ausgedehnter Gruppen, wo man die Entfernung der Objective von einander noch mehr verkürzt, und die kleinste Porträtblende einsetzt, ist die Tiefe der Schärfe am grössten, weil hier beide Mittel zur Vermehrung der Tiefe, nämlich Verkürzung der Fassung und Einsetzung der kleinsten Porträtblende, angewendet werden.

Ganz ähnliche Porträtobjective erzeugte Auzoux in Paris.

ACHTES CAPITEL.

ANASTIGMATE UND TRIPLET-OBJECTIVE.

Zeiss' Anastigmate und Triplet-Objective.

Die optische Werkstätte Carl Zeiss in Jena, die bisher ihre Fabrikation auf Mikroscope beschränkte, bringt seit 1890 4 Serien photographischer Objective in den Handel, die nach zwei vollständig neuen, in mehreren Ländern patentirten Typen construirt sind.

Diese Objective, besonders die Anastigmate, verdienen die vollste Beachtung wegen ihrer vortrefflichen Leistungsfähigkeit.

A. Doublets, D. R.-P. No. 56 109 vom 3. April 1890 ab. Dieselben sind im Wesentlichen unsymmetrisch und aus mindenstens vier verschiedenen Glassorten zusammengesetzt. Sie gewähren neben der Erfüllung aller an ein gutes photographisches Objectiv sonst zu stellenden Forderungen ein anastigmatisch ebenes Bildfeld[1]). Ueber den neuen Typus sich informiren zu können, lasse ich hier einen Auszug aus der diesbezgl. Patentschrift folgen:

„Bei der Construction von photographischen Objectiven besteht eine Hauptschwierigkeit darin, neben den zahlreichen anderen Bedingungen, deren Erfüllung der Zweck solcher Objective erfordert, zugleich auch den Astigmatismus der gegen die Achse geneigt einfallenden Strahlenbüschel genügend aufzuheben und die hieraus entspringende Undeutlichkeit des Bildes ausser der Mitte des Bildfeldes zu beseitigen. In der That zeigen auch alle bisher bekannten Constructionen photographischer Objective noch in höherem oder geringerem Grade den Mangel, dass bei annähernd ebenem Gesichtsfelde die Vereinigungsweite der im Meridianschnitt eines schief einfallenden Büschels verlaufenden Strahlengruppe grösser bleibt als die Vereinigungsweite der Strahlengruppe im Sagittalschnitt des nämlichen Büschels.

Auf Veranlassung der nachsuchenden Firma hat Herr Dr. Paul Rudolph in Jena ein eingehendes Studium über die Bedingungen dieser Erscheinung und die Mittel zu ihrer Beseitigung unternommen, welches zu dem im Nachstehenden beschriebenen photographischen Objectiv von neuer Construction geführt hat.

1) Dr. Rudolph, „Ueber den Astigmatismus photographischer Linsen etc."; Jahrbuch f. Photogr. und Reproductionstechnik 1891. S. 225 ff.

Dasselbe ist eine wesentlich unsymmetrische Linsencombination, zusammengesetzt aus zwei getrennten Systemen von unter sich verkitteten Einzellinsen. Diese Linsencombination aber ist charakterisirt durch das Zusammentreffen der folgenden beiden Merkmale:

1. dass in dem einen von den beiden getrennten Systemen der positive Bestandtheil (Sammellinsen) kleineren, in dem anderen System dagegen grösseren Brechungsindex besitzt als der mit ihm verbundene (verkittete) negative Bestandtheil (Zerstreuungslinsen),
2. dass beide Systeme, jedes für sich, annähernd achromatisirt sind — darunter verstanden, dass die Farbenabweichung eines jeden dieser Systeme, gemessen durch die Differenz seiner reciproken Brennweiten für zwei verschiedene Farben, relativ klein ist im Verhältniss zu der in gleicher Art gemessenen Farbenabweichung einer einfachen Crownglaslinse von der Brennweite des ganzen Objectivs.

Eine Linsencombination, welche diesen beiden Voraussetzungen gleichzeitig entspricht, bietet besondere Vortheile dar. Sie gestattet einerseits die Aufhebung der zuvor erwähnten astigmatischen Abweichungen, ohne mehr als zwei getrennte Systeme erforderlich zu machen, und anderseits führt sie auch günstige Bedingungen herbei für die Erfüllung aller übrigen Anforderungen, welche an die Correction photographischer Objective zu stellen sind.

Die oben definirte gegensätzliche Zusammensetzung der beiden getrennten Systeme, aus denen das Objectiv besteht, gewährt das einfachste Mittel zur compensatorischen Aufhebung der astigmatischen Abweichung schiefer Büschel in der Gesammtwirkung des Objectivs. Dieses beruht darauf, dass eine Sammellinse, deren Brechungsindex grösser ist als der Brechungsindex einer mit ihr verbundenen Zerstreuungslinse, als Bestandtheil eines verkitteten Systems astigmatische Abweichungen entgegengesetzten Sinnes veranlasst wie eine Sammellinse, die geringeren Brechungsindex besitzt als die mit ihr verbundene Zerstreuungslinse.

Bei der oben angegebenen Art der Zusammensetzung beider Theile des Objectivs braucht man also nur die Krümmungsverhältnisse der Einzellinsen in diesen beiden Theilen so zu reguliren, dass die entgegengesetzten astigmatischen Abweichungen gleiche Grösse gewinnen, um Compensation derselben, also anastigmatische Correction des Objectivs herbeizuführen.

Damit jedoch die Erfüllung dieser Anforderung kein Erschwerniss bilde für die Achromatisirung des ganzen Objectivs, ist es wesentlich, dass auch das zweite oben angeführte Merkmal der in Betracht stehenden Construction verwirklicht werde. Man muss also die oben definirte gegensätzliche Zusammensetzung der beiden getrennten Systeme in solcher Art bewirken, dass dabei noch jedes für sich achromatisirt werden kann. Zwar ist es weder von besonderem Vortheil, noch überhaupt immer möglich, die einzelnen Glieder eines zweitheiligen Objectivs für sich vollkommen zu achromatisiren; denn schon die Dicken, welche die Linsen erhalten müssen, können bei den einzelnen Gliedern des Objectivs Abweichungen von der Achromasie erforderlich machen bis zum Betrage von ein Viertel der chromatischen Differenz der reciproken Brennweite einer einfachen Crownglaslinse von der ganzen Brennweite des Objectivs.

Von praktischer Bedeutung aber ist es, dass nicht schon die Art der Zusammensetzung der Linsensysteme Beschränkungen selbst nur für eine annähernde Achromatisirung derselben herbeiführe, und also noch grössere chromatische Differenzen als anderer Rücksichten wegen erforderlich sind, unvermeidlich mache.

Dieser letzten Forderung lässt sich nun genügen durch eine geeignete Auswahl der Glascombinationen, welche zur Darstellung der beiden Theile verwandt werden, und zwar gemäss folgender Richtschnur:

Diejenigen Glaspaare — Crown und Flint —, welche gewöhnlich zur Construction achromatischer Linsen dienen (und bis vor einigen Jahren auch allein für diesen Zweck benutzt werden konnten) sind dadurch charakterisirt, dass bei ihnen dasjenige Glas, welches den grösseren Brechungsindex besitzt, auch immer die grössere relative Dispersion $\left(\text{d. h. den grösseren Werth des Quotienten } \frac{\Delta n}{n-1}\right)$ zeigt. Ein Glaspaar dieser Art — welches als ein solches von normalem Charakter bezeichnet werden mag — gestattet, wenn die Achromatisirung möglich sein soll, positive Systeme (Sammellinsen) nur unter der Bedingung, dass der positive Bestandtheil kleineren Brechungsindex besitzt als der negative.

Der Fortschritt der Glasfabrikation in neuerer Zeit hat jedoch auch solche Arten optischen Glases zur Verfügung gestellt, aus welchen sich Paare zusammenstellen lassen, in denen das Verhältniss von Brechungsindex und relativer Dispersion zwischen beiden Gliedern sich umkehrt, in denen also das Glied mit grösserem Brechungsindex nicht die grössere, sondern die kleinere relative Dispersion besitzt — Glaspaare von anormalem Charakter im Vergleich mit dem zuerst erwähnten.

Die Anwendung von Glaspaaren der letztgenannten — anormalen — Art ermöglicht nun auch Linsen von positiver Brennweite, bei welchen das stärker brechende Medium als positives Glied (Sammellinsen) auftritt, ohne dass dabei die Achromatisirung ausgeschlossen oder auch nur beschränkt würde.

Man erhält demnach in einem aus zwei getrennten Systemen zusammengesetzten Objectiv die erforderlichen gegensätzlich wirkenden Elemente für die Compensation der astigmatischen Abweichung und behält gleichzeitig volle Freiheit, diese Systeme einzeln zu achromatisiren, indem man — beide Systeme als positive Linsen vorausgesetzt — das eine von ihnen aus einem normalen, das andere aber aus einem anormalen Glaspaar darstellt (normal und anormal im Sinne der unmittelbar vorangehenden Erklärung)."

Die Patentschrift bespricht weiter die Sonderfälle der möglichen Combinationen, führt vier Beispiele wirklicher Constructionen an und stellt folgenden Anspruch:

„Bei photographischen Doppelobjectiven, welche aus zwei getrennten Systemen von unter sich verkitteten Linsen bestehen, die Anordnung, dass diese Systeme

1. einzeln achromatisirt sind und dass dieselben zugleich
2. eine derart gegensätzliche Abstufung des Brechungsvermögens zwischen ihren positiven (collectiven) und negativen (dispansiven) Theilen aufweisen, dass in dem einen System der positive Theil grösseren, in dem anderen der positive Theil kleineren Brechungsindex besitzt als der negative Theil desselben Systems."

Gegenwärtig — April 1891 — führt innerhalb dieses Constructionstypus die Firma vorläufig 3 Serien aus, die sämmtlich aplanatisch (frei von sphärischer Aberration), achromatisch und orthoscopisch sind.

Die zur Verwendung kommenden Glasarten sind besonders farblos, so dass auch die absolute Lichtstärke dieser Doublets eine ungewöhnlich grosse ist.

1. Anastigmat 1 : 7,2 [1]).

Dieses Doublet, welches aus einer zweifach verkitteten Vorder- und einer dreifachen Hinterlinse besteht, ist ein lichtstarkes Moment- und Weitwinkelobjectiv. Es gestattet die vielseitigste Verwendung und kann ebensowohl im Atelier als Porträtobjectiv, wie auch im Freien zu Momentaufnahmen, Panoramen, Architekturen und Interieurs verwendet werden. Das Verhältniss der freien Linsendurchmesser zur Brennweite des Gesammtsystems ist ca. 1 : 6, das der grössten beigegebenen Blende 1 : 7,2. Der Gesichtswinkel ist 80 bis 85 Grad und darüber [2]).

In Fig. 82 und 83 ist das Objectiv [3]) im Durchschnitt gezeichnet. Die hier folgenden Constructionselemente beziehen sich auf ein Objectiv dieser Serie von der Brennweite 100 und die Radien sind in Fig. 84 angezeigt.

Radien:		Glasdicken:
$r_1 = +20{,}66$;	$r_4 = -30{,}27$;	$d_1 = d_2 = 3{,}40$;
$r_2 = +8{,}49$;	$r_5 = -17{,}49$;	$d_3 = 2{,}23$;
$r_3 = +25{,}27$;	$r_6 = +28{,}61$;	$d_4 = 1{,}27$;
	$r_7 = -28{,}61$;	$d_5 = 2{,}38$;

Blendenentfernungen: $b_1 = 2{,}86$; $b_2 = 2{,}23$.

Glasarten

(bestimmt durch den Brechungsexponenten für die Fraunhofer D-Linie):

Baryt-Flint $L_1 = 1{,}56226$; Silicat-Crown $L_2 = 1{,}51910$;
Baryt-Crown $L_3 = 1{,}56460$; Leicht-Flint $L_4 = 1{,}52053$;
Barium-Crown $L_5 = 1{,}57360$.

1) Früher wurde dieses Objectiv mit Anastigmat 1 : 6,3 bezeichnet.

2) Verzeichniss von Zeiss' Anastigmat 1 : 7,2. Serie III. Lichtstarkes Moment-Objectiv. (Doublet aus 5 Linsen. Gesichtsfeld über 80 Grad.)

No.	Aequival. Brennweite mm	Grösster freier Linsendurchmesser mm	Plattengrösse bei Blende $\frac{f}{12{,}5}$ cm	Durchmesser des Lichtkreises bei 80 Grad cm	Preis Mark	Bemerkungen.
1	96	16	8 × 10	16	70	No. 1—9 mit Schieberblenden.
2	120	19,5	9 × 12	20	80	
3	148	25	12 × 15	25	90	No. 1—8 auf besondere Bestellung mit Irisblende.
4	195	31	13 × 18	33	120	
5	220	36	13 × 21	38	150	
6	250	42	16 × 21	42	180	
7	315	51,5	18 × 24	53	240	
8	442	71	24 × 30	74	380	
9	586	94	30 × 40	98	540	

3) Astigmatische Curve dieses Objectivs s. Jahrbuch 1891. S. 236. Curve 3.

2. Anastigmat 1 : 12,5 [1]).

Dieses Objectiv, Doublet aus zwei je zweifach verkitteten Linsen, besitzt bei einem Gesichtsfeld von 100 Grad noch genügende Lichtstärke, um Momentaufnahmen im Freien unter nicht gar zu ungünstigen Lichtverhältnissen zu machen [2]). Mit Blende 1 : 18, die noch Momentaufnahmen gestattet, erreicht man ein Bildfeld von etwa 60 Grad vollkommen scharf und gleichmässig belichtet. Die grösseren Nummern eignen sich zu Reproductionen und Gruppenaufnahmen. Der Durchmesser der Linsen verhält sich zur Brennweite des Systems wie 1 : 10 bis 1 : 12,5, die grösste beigegebene Blende ist die vom Verhältniss 1 : 12,5 (Fig. 85 und 86).

Ein Objectiv von der Brennweite 100 und dem Durchmesser 10 hat folgende Constructionselemente [3]) (s. Fig. 87):

Radien:		Glasdicken:
$r_1 = +15{,}31$;	$r_4 = -20{,}41$;	$d_1 = 1{,}94$;
$r_2 = +6{,}53$;	$r_5 = +19{,}18$;	$d_2 = 2{,}35$;
$r_3 = +17{,}04$;	$r_6 = -19{,}18$;	$d_3 = 1{,}12$;
		$d_4 = 1{,}74$;

Blendenentfernungen: $b_1 = 2{,}04$; $b_2 = 2{,}45$.

Glasarten (bestimmt durch n_D):

Baryt-Flint $L_1 = 1{,}56804$; Silicat-Crown $L_2 = 1{,}52197$;
Leicht-Flint $L_3 = 1{,}52150$; Barium-Crown $L_4 = 1{,}57360$.

1) Früher wurde dieses Objectiv mit Anastigmat 1 : 10 bezeichnet.

2) Verzeichniss von Zeiss' Anastigmat 1 : 12,5. Serie IV. Moment-Weitwinkel- und Reproductions-Objectiv. (Doublet aus 4 Linsen. Gesichtsfeld ca. 100 Grad.)

No.	Aequival. Brennweite mm	Grösster freier Linsendurchmesser mm	Plattengrösse bei Blende $\frac{f}{18}$ bis $\frac{f}{25}$ cm	Durchmesser des Lichtkreises bei 96 Grad cm	Preis Mark	Bemerkungen.
1	62	6	8 × 10	14	64	No. 1—4 mit Rotationsblende.
2	98	9	9 × 12	22	64	
3	119	12	12 × 15	27	64	No. 5 mit Rotations- oder Schieberblende.
4	154	15,5	13 × 21	34	80	
5	196	20	18 × 24	44	100	
6	260	26	24 × 30	58	150	No. 6—10 mit Schieberblende.
			bei Blende $\frac{f}{36}$	bei 85 Grad		
7	386	39	30 × 40	71	200	No. 5, 6, 7 u. 8 auf besondere Bestellung auch mit Irisblende.
8	605	51	40 × 50	110	350	
9	906	75	50 × 60	163	800	
10	1228	99	60 × 75	219	1800	

3) Die astigmatische Curve dieses Objectivs s. Jahrbuch 1891. S. 235 u. 236. Curve 5.

3. Anastigmat 1 : 18.

Dieses System besteht ebenfalls aus vier Linsen, von denen je zwei verkittet sind, und gehört mit seinem Gesichtsfeld von fast 110 Grad unter die Categorie der specifischen Weitwinkelobjective. Da dasselbe

Fig. 82. Anastigmat 1 : 7,2.

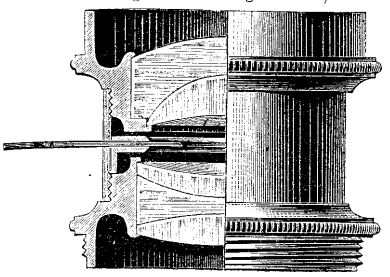


Fig. 85. Anastigmat 1 : 12,5.

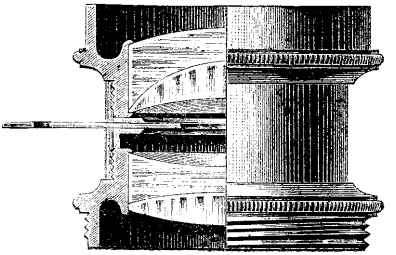


Fig. 83. Anastigmat 1 : 7,2.

Fig. 86. Anastigmat 1 : 12,5.

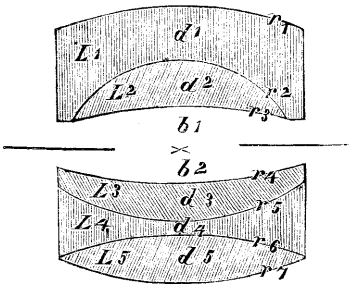


Fig. 84. Anastigmat 1 : 7,2.

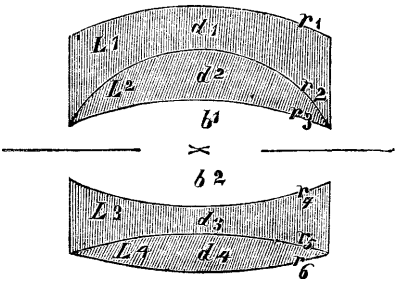
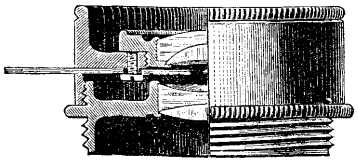


Fig. 87. Anastigmat 1 : 12,5.

mit der grössten Blende 1 : 18 vollkommen scharfe Bilder gibt und die Durchmesser der Linsen bei dieser Abblendung bereits für ein Bildfeld von grösserer Ausdehnung eine gleichmässige Belichtung von Mitte

nach Rand gewähren, kann es noch zu Momentaufnahmen verwendet werden. Bei kleinen Blenden und kleineren Brennweiten erhält man das ganze Gesichtsfeld bis zu 110 Grad scharf. Die grösseren Objective dieser Serie sind besonders dem Zweck der Strichreproduction angepasst, es ist bei ihrer Construction also den Forderungen: gute sphärische

Fig. 88. Anastigmat 1:18.



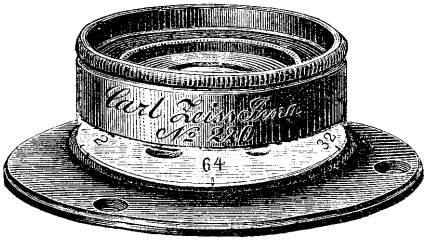


Fig. 89. Anastigmat 1:18.

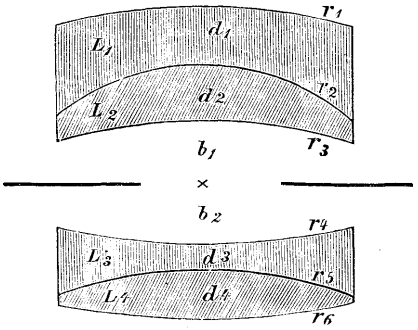


Fig. 90. Anastigmat 1:18.

und chromatische Correction, anastigmatisch ebenes Bildfeld und vollkommene Orthoscopie, ganz besonderes Gewicht beigelegt worden[1]).

1) Verzeichniss der Zeiss'schen Anastigmate. Serie V. Anastigmat 1:18. Weitwinkel- und Reproductions-Objectiv. (Doublet aus 4 Linsen. Gesichtsfeld ca. 110 Grad.)

No.	Aequival. Brennweite mm	Grösster freier Linsendurchmesser mm	Plattengrösse bei Blende $\frac{f}{36}$ cm	Durchmesser des Lichtkreises bei 104 Grad cm	Preis Mark	Bemerkungen.
1	86	7,5	12 × 15	22	64	No. 1—6 mit Rotationsblende.
2	112	9,5	13 × 18	28	64	
3	141	12	16 × 22	36	80	No. 7—12 mit Schieberblende.
4	182	14,5	20 × 26	40	100	
5	212	17,5	24 × 30	54	120	
6	265	20,5	26 × 35	68	150	No. 7, 8, 9 auf speciellen Wunsch auch mit Irisblende.
7	315	23,5	30 × 40	80	180	
			bei Strichreproductionen	bei 85 Grad		
8	460	26	30 × 40	84	240	
9	632	35	40 × 50	116	350	
10	947	54	50 × 65	173	700	
11	1310	76	70 × 86	240	1200	
12	1660	100	90 × 100	300	2000	

Diese Objective von grösserem Focus haben sich für Strichreproductionen an der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien ausgezeichnet bewährt.

Die Durchmesser der Linsen verhalten sich zur Brennweite des Systems wie 1 : 13 bis 1 : 17, die grösste Blende hat das Verhältniss 1 : 18 (Fig. 88 und 89).

Für ein Objectiv von der Brennweite 100 sind die Constructionselemente (Fig. 90):

Radien:		Glasdicken:
$r_1 = +\ 9{,}82$;	$r_4 = -\ 20{,}09$;	$d_1 = 0{,}89$;
$r_2 = +\ 4{,}69$;	$r_5 = +\ 14{,}28$;	$d_2 = 1{,}25$;
$r_3 = +\ 10{,}43$;	$r_6 = -\ 20{,}09$;	$d_3 = 0{,}71$;
		$d_4 = 1{,}34$;

Blendenentfernungen: $b_1 = b_2 = 1{,}52$.

Glasarten (bestimmt nach n_D):

Baryt-Flint	$L_1 = 1{,}55247$;	Silicat-Crown	$L_2 = 1{,}51720$;
Leicht-Flint	$L_3 = 1{,}51674$;	Barium-Crown	$L_4 = 1{,}57360$.

4. Triplet, D. R.-P. No. 55313 vom 3. April 1890 ab.

In der deutschen Patentschrift ist der Typus wie folgt beschrieben:

„Bei der Construction solcher photographischer Objective, welche neben einem mehr oder minder ausgedehnten Bildfeld zugleich eine grosse nutzbare Oeffnung zulassen sollen, ist es besonders schwierig, die sphärische Aberration der bilderzeugenden Strahlenbüschel in der erwünschten Vollkommenheit zu beseitigen. Die tiefen Krümmungen, auf welche bei den gebräuchlichen Constructionstypen die Forderung eines ausgedehnten Bildfeldes hinführt, bringen stets sogenannte Zonen mit sich, welche die Bildschärfe bei voller Oeffnung mehr oder minder beeinträchtigen.

Untersuchungen über die möglichen Wege zur Beseitigung dieses Uebelstandes, welche auf Veranlassung der nachsuchenden Firma von den Herren Dr. E. Abbe und Dr. P. Rudolph in Jena ausgeführt wurden, haben auf einen neuen Constructionstypus für Objective der genannten Art geführt, der für gute Correction der sphärischen Abweichung besonders günstige Bedingungen darbietet.

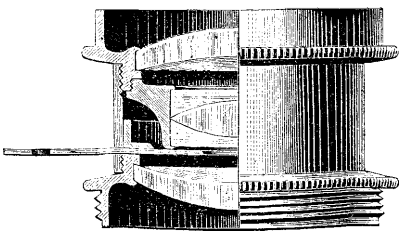
Die vorliegende Erfindung betrifft ein Objectiv, bei welchem die lichtsammelnde Wirkung einerseits und die Correction der sphärischen und chromatischen Abweichungen andererseits auf verschiedene räumlich getrennte Bestandtheile des optischen Systems vertheilt sind, und zwar in der Art, dass die Function der Strahlensammlung durch zwei völlig uncorrigirte einfache Sammellinsen bewirkt wird (welche in Rücksicht auf die Ebnung des Sehfeldes beide, die convexen bezw. stärker convexen Seiten nach aussen kehren müssen), während zur Aufhebung der chromatischen und sphärischen Abweichungen des Systems ausschliesslich eine zwischen jene Sammellinsen eingefügte zwei- oder dreifache verkittete Correctionslinse dient, welche eine relativ grosse, positive oder auch negative Brennweite besitzt, infolge dessen also die sammelnde Wirkung der beiden äusseren Linsen nur in unwesentlichem Grade steigert oder vermindert.

Je nach den Glasarten, welche zur Construction eines solchen Triplet-Objectivs verwendet werden, und je nach den besonderen Bedingungen, welchen die Gesammtwirkung des Systems angepasst werden soll, kann eine vollkommen symmetrische Construction genügen, oder es kann auch, um für die Correctionen oder behufs Beseitigung störender Reflexe mehr verfügbare Elemente zu gewinnen, eine unsymmetrische Zusammensetzung vortheilhafter werden.

Bei höher gestellten Anforderungen an die Leistung des Objectivs muss die centrale Correctionslinse aus drei Einzelheiten zusammengesetzt werden; bei verminderten Ansprüchen ist es möglich, mit einer zweifach verkitteten Linse auszukommen.

Für die Auswahl der Glasarten ist bei diesem Constructionstypus der Natur der Sache nach ein sehr weiter Spielraum gelassen. Von besonderer Wichtigkeit aber ist, dass die centrale Correctionslinse sehr günstige Verhältnisse herbeiführt auch für die Anwendung solcher neuerer Glasarten, welche sich durch einen fast proportionalen Gang der Farbenzerstreuung auszeichnen, also Vereinigung von drei verschiedenfarbigen Strahlen, d. h. Beseitigung des secundären Spectrums ermöglichen. Der beschriebene neue Constructionstypus gestattet daher verhältnissmässig leicht die Herstellung von apochromatischen Objectiven (nach der von Professor Dr. Abbe eingeführten Terminologie), welche für manche Zwecke der Photographie besondere Vortheile versprechen."

Fig. 91. Zeiss'sches Triplet.



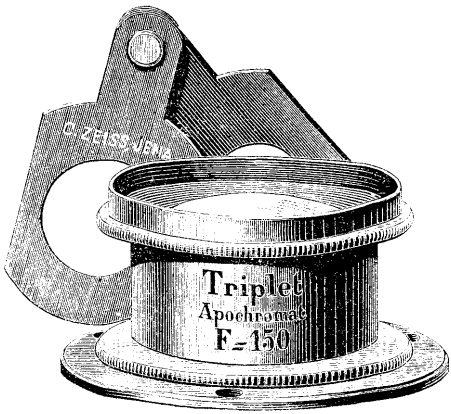


Fig. 92. Zeiss'sches Triplet.

In der Patentschrift sind dann die Elemente zu drei Constructionen, die verschiedenen Zwecken angepasst sind, aufgeführt und folgender Anspruch geltend gemacht:

„Photographisches Triplet, zusammengesetzt aus zwei einfachen Sammellinsen und einem die chromatische und sphärische Correction bewirkenden System aus verkitteten Linsen, welches System eine relativ grosse — mindestens das Vierfache von der Brennweite des ganzen Objectivs betragende — Brennweite besitzt und zwischen die zuerst genannten einfachen Linsen eingeschaltet ist."

Bis April 1891 führte die Firma Zeiss eine Serie dieser Triplets aus und zwar sowohl in achromatischer als auch in apochromatischer Correctionsart. Dasselbe ist symmetrisch und besteht aus fünf Einzellinsen, zwei einfachen und einer zwischen ihnen stehenden dreifachen Correctionslinse. Das Verhältniss der Durchmesser der Einzellinsen zur Gesammtbrennweite ist 1 : 4,3 bis 1 : 5 und der Durchmesser der dreifachen Linse gewährt dem Objective ein grösstes wirksames relatives

Oeffnungsverhältniss von ca. 1 : 6. Das Verhältniss der grössten beigegebenen Blende ist gleich 1 : 6,3, der Gesichtswinkel des Objectivs 90 Grad. (Fig. 91 und 92.)

Das System ist sonach ein allgemein verwendbares Objectiv [1]).

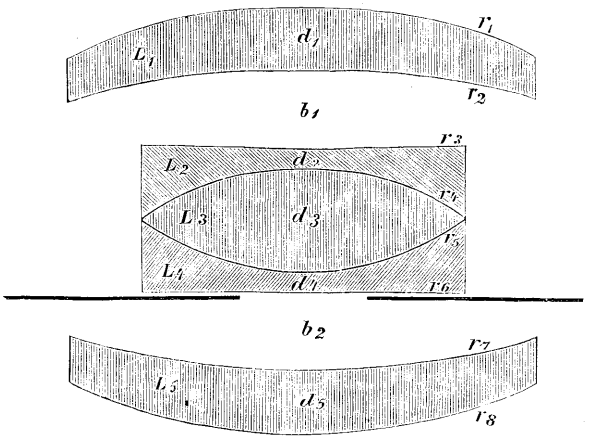


Fig. 93. Zeiss'sches Triplet.

Mit Bezug auf die Fig. 93 sind die Constructionselemente eines Objectivs von der Brennweite 100 folgende:

Radien:		Glasdicken:	
$r_1 = -r_8$	$= +25{,}74$;	$d_1 = d_5$	$= 3{,}4$;
$r_2 = -r_7$	$= +38{,}47$;	$d_2 = d_4$	$= 1{,}1$;
$r_3 = -r_6$	$= +230{,}40$;	d_3	$= 5{,}6$;
$r_4 = -r_5$	$= +13{,}74$;		

1) Verzeichniss der Zeiss'schen Triplets. Serie VI. (Gesichtsfeld ca. 90 Grad.)

No.	Aequival. Brennweite mm	Grösster freier Linsendurchmesser mm	Plattengrösse bei Blende $\frac{f}{12{,}5}$ cm	Durchmesser des Lichtkreises bei 90 Grad cm	Preis in Mark Achromatisch	Preis in Mark Apochrom.	Bemerkungen.
1	95	21	6 × 9	19	64	72	
2	120	28	8 × 10	24	80	90	Sämmtliche Nummern mit Schieberblenden.
3	150	36	9 × 12	30	100	120	
4	190	45	12 × 15	38	130	156	
5	250	58	13 × 18	50	180	216	
6	310	70	16 × 21	62	280	340	
7	410	88	20 × 26	82	400	500	

Linsenabstände: $b_1 = b_2 = 4{,}2$;
Diaphragma dicht hinter der Correctionslinse.

Glasarten:

1. für das Triplet-Apochromat: Silicat-Crown L_1, L_3, L_5 =

n_D	n_F	$n_{G'}$
1,51840	1,52457	1,52956

Borat-Flint L_2 und L_4 =

1,57950	1,58745	1,59388.

2. für das Triplet-Achromat: Silicat-Crown L_1, L_3, L_5 =

n_D	$n_{G'}$
1,50932	1,52037

Baryt-Flint L_2 und L_4 =

1,56808	1,58231.

NEUNTES CAPITEL.

PETZVAL'S ORTHOSCOP, SUTTON'S WASSER-LINSE, KUGEL-LINSE, BUSCH'S PANTOSCOP, STEINHEIL'S PERISCOP ETC.

I. Das Orthoscop.

Diese nunmehr ganz ausser Gebrauch gekommene Linsenform, welcher bereits auf Seite 47 und 114 dieses Werkes Erwähnung geschah, war von Prof. Petzval 1840 berechnet und von Dietzler in Wien einerseits und Voigtländer in Braunschweig andererseits im Jahre 1857 ausgeführt und in den Handel gebracht worden.

Um die Vorderlinse seines Porträtobjectives correcter arbeiten zu machen, wurde eine concave Linse hinzugefügt, welche dasselbe aplanatisch machte, nämlich fähig, mit seiner ganzen Oeffnung deutliche Bilder zu liefern. Es war dies vor ungefähr 30 Jahren ein grosser Fortschritt. Der Name Orthoscop, welcher von Voigtländer herrührte, deutet auf die richtige Zeichnung des Bildes hin; übrigens war die Verzerrung durchaus nicht ganz behoben.

In der im Patentamt zu Wien deponirten Beschreibung sagt Petzval von der Hinterlinse des Orthoscopes: „In einem Abstand, der zwischen $^1/_{12}$ und $^1/_{16}$ der Brennweite der ersten Linse betragen kann, befindet sich die zweite achromatische Linse, bestehend aus einem vorderen Crownglas- und einem hinteren Flintglas-Bestandtheile. die beide eine etwas geringere Oeffnung haben, als die erste achromatische Linse, Der Crownglas-Bestandtheil ist biconcav und kehrt seine stärkere Krümmung der ersten achromatischen Linse, seine schwächere dem Inneren des Apparates zu; der zweite, der Flintglas-Bestandtheil, ist convex-concav und es ist die convexe Fläche dem Inneren der Camera obscura zugewendet."

Das Orthoscop, wie es von Voigtländer ausgeführt wurde, besteht aus zwei Linsenpaaren von ungleichem Durchmesser. Das vordere Objectiv ist verkittet, es ist mit dem Vorder-Objectiv der alten Petzval'schen Porträtobjective identisch. Die hintere Combination ist aus einem doppeltconcaven Crown- und einem concav-convexen Flintglas zusammengesetzt.

Die Gläser sind Hart Crown $n_D = 1{,}517$
Leichtflint $n_D = 1{,}575$.

Bei No. 1 sind die Halbmesser der Krümmungen:

$r_1 = 79{,}02$, $r_2 = 62{,}42$, $r_3 = -750{,}7$, $r_4 = -197{,}55$,
$r_5 = -111{,}76$, $r_6 = -289{,}7$, $r_7 = 79{,}02$.

Der Durchmesser der vorderen Linse ist 18‴ 40 mm, der hintere 12‴ 26 mm. Die Brennweite ist 286 mm (Fig. 94).

Fig. 95 zeigt die Form, die Voigtländer dem Instrumente gab; er brachte die Blenden an der Verengung hinter dem Objective an, indem er runde Metallscheiben mittels einer central durchbohrten Kappe aufsteckte. Harrison und Schnitzer in New-York gaben dem Objectiv die Form Fig. 96 und brachten das Diaphragma, welches aus sensenförmigen und wie Ziegeln aufeinanderliegenden Messingplatten gebildet wurde, zwischen beide Linsen.

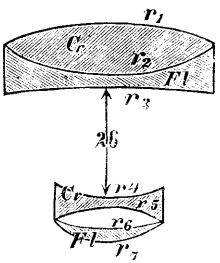


Fig. 94.

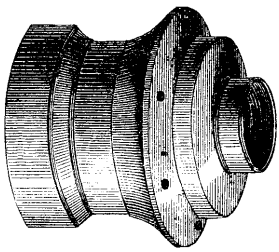


Fig. 95.
Voigtländer's Orthoscop.

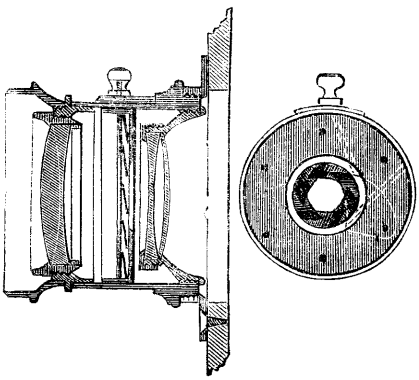


Fig. 96. Harrison und Schnitzer's Orthoscop.

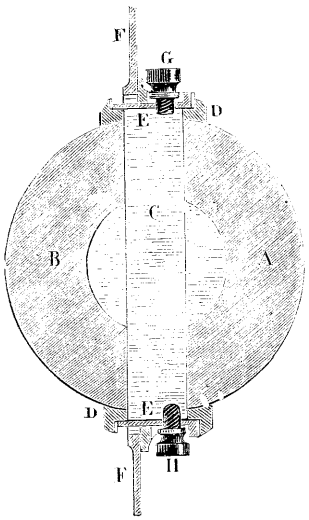


Fig. 97. Sutton's Panoramalinse.

Das Orthoscop besitzt beträchtliche Tiefe und gibt brillante Bilder (besser als Triplet oder Kugellinse) zeichnet aber die Linien nicht ganz correct, sondern biegt sie ein wenig nach einwärts (s. Fig. 27, S. 55), deshalb ist es zur Reproduction von Monumenten, Zeichnungen etc. nicht gut verwendbar. Es ist ganz ausser Gebrauch gekommen.

II. Sutton's Panoramalinse.

Historisch interressant ist die Panoramalinse Sutton's (patentirt in England am 28. September 1859), deren Leistungen ebenso merkwürdig sind, als ihre Construction eigenthümlich ist. Sie war der Ausgangspunkt zur Construction der Kugellinse.

Zwei Linsen von concentrischer Krümmung, A und B, Fig. 97, sind in einem Ringe D befestigt. Der hohle Raum C wird mit Wasser gefüllt[1]). Das Ganze lässt

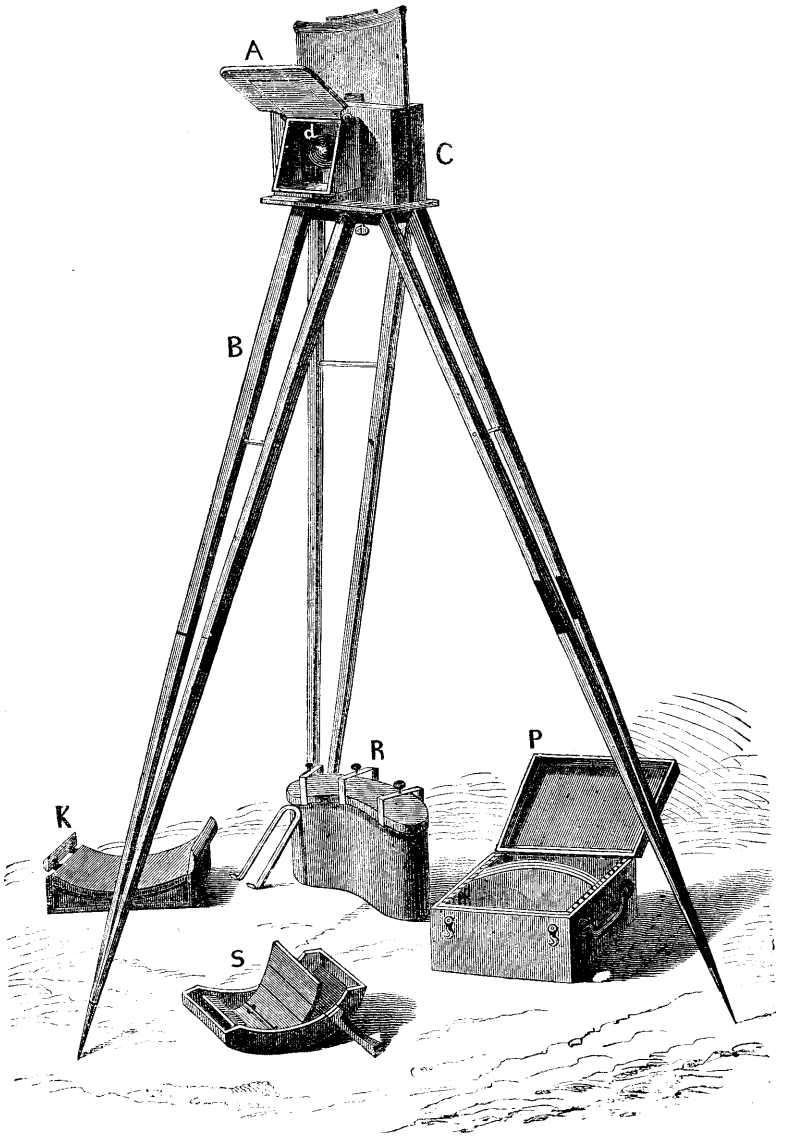


Fig. 98. Sutton's vollständiger Apparat.

sich an den Ring F schrauben, welcher an der Camera befestigt ist. Die Idee Sutton's wurde von dem englischen Optiker Ross nicht nur mit Sorgfalt ausgeführt,

1) Burattini hatte schon 1672 die Idee, hohle Glaslinsen mit Flüssigkeit zu füllen und sie dann zu optischen Zwecken zu verwenden.

sondern auch durch practische Verbesserungen vervollkommnet. Die Linse gab so stark gewölbte Bilder, dass das zur Aufnahme verwendete Glas stark gekrümmt und niedrig genommen werden musste.

Fig. 98 stellt den vollständigen Apparat dar, dessen einzelne Theile wir hier nicht näher beschreiben wollen, weil er schon längst veraltet ist.

III. Das Kugel-Objectiv.

Harrison's Kugelobjectiv[1]) (Globe Lens, Objective Globe), welches am 13. October 1860 in England patentirt wurde[2]), diente zur Aufnahme von Ansichten, Architecturen und Zeichnungen etc. Es war das erste Weitwinkel-Objectiv und bestand aus zwei gleichen, achromatischen Meniscen, deren Entfernung eine derartige ist, dass die äusseren Flächen der Meniscen verlängert, sich zu einer und derselben Kugelfläche vereinigen, daher der Name[3]).

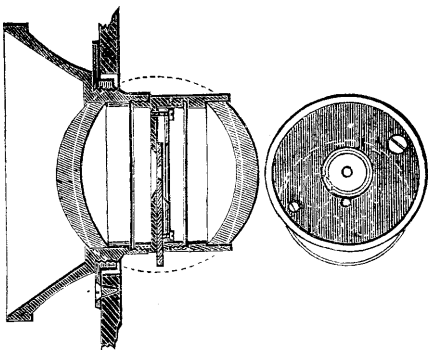


Fig. 99. Kugel-Objectiv.

Harrison's Kugelobjectiv gab ein Bild von 90 Grad; es war frei von Verzeichnung, besitzt keinen chemischen Focus, brauchte aber sehr kleine Blenden (höchstens darf der Durchmesser der Blende $^1/_{36}$ der Brennweite sein), da sonst das Bild auf seiner ganzen Fläche unscharf war. Die Nothwendigkeit, sehr kleine Blenden anzuwenden, macht das Instrument nicht nur lichtschwach, sondern verschuldet auch dass bei den damit aufgenommenen Bildern der Vordergrund

---

1) Phot. Archiv. 1864. S. 7. Monckhoven, Phot. Optik. S. 130.

2) Es erschien fast gleichzeitig mit dem Dallmeyer'schen Triplet.

3) Die Linsen sind aus Flint- und Crownglas zusammengekittet. Die Blenden (Rotationsblenden) sind in der Mitte der Vorder- und Hinterlinse eingekittet. Die Instrumente von Gasc und Charconnet zeigen nach Monckhoven folgende Construction:

Krümmungsradius der 1. Oberfläche (Crown), äussere	1412
„ „ 2. „ „	2403
„ „ 3. „ (Flint)	2403
„ „ 4. „ „	1620
Linsendurchmesser	1875
Dicke des Meniscus (an seinem Centraltheil)	231,5
Entfernung auf der Achse gemessen (von den äusseren Flächen)	2824
Absolute Focuslänge	10,000,7
Oeffnung des grössten Diaphragmas $\frac{f}{36}$	= 277,7
„ „ kleinsten „ $\frac{f}{72}$	= 138,8

Dichtigkeit des Crownglases 2,543 ($n'_H = 1{,}53$)
„ „ „ 3,202 ($n_H = 1{,}60$).

meist unterexponirt ist, während der Horizont solarisirt ist; es arbeitet gut bei Panoramen ohne Vordergrund, lässt aber Brillanz und Relief vermissen, wenn am Bild viel Vordergrund ist (Fig. 99).

Wenn man die Vorderlinse abschraubt, so dass nur die hintere nebst den Blenden an der Fassung bleibt, so lässt sich die Hinterlinse für sich allein verwenden; die Brennweite verlängert sich dann ums Doppelte, das Bild ist aber nicht ganz correct.

Später (um 1864) haben namentlich Hermagis, Gasc und Charconnet in Paris das Kugel-Objectiv, letzteres unter dem Namen Augenlinse, Lentiforme de l'oeil[1]) (Gesichtsfeldwinkel 70 bis 85 Grad), eingeführt; Français sowie Auzoux in Paris nennen es Globe Lens.

Der letztere brachte Kugellinsen von längerer Brennweite und 90 Grad Gesichtswinkel und solche von kürzerer Brennweite (lichtstärker) und 120 Grad in den Handel.

Die Kugellinsen wurden in den sechziger Jahren vielfach verwendet, weil sie damals die einzigen waren, welche ermöglichten, Monumente bei kurzer Aufstelldistanz ohne Verzerrung zu reproduciren; sie wurden durch die Tripletlinsen und Pantoscope, und dann durch die Aplanate, Rectilinearobjective, Euryscope und Anastigmate überflügelt[2]).

---

1) Phot. Corresp. 1864. S. 147.

2) Nachstehende Tabellen geben eine Uebersicht über die gebräuchlichen Grössen der Kugelobjective, deren Leistungen und Preise.

Français' Kugellinse für Monumente, Landschaften und Reproductionen; Gesichtsfeldwinkel 90 Grad:

Linsendurchmesser mm	Preis Francs	Brennweite cm	Bildgrösse m
20	50	5	0,08
30	60	6 et 7	0,10
40	70	12	0,18
50	100	15	0,24
60	120	20	0,30
70	150	25	0,36
80	200	30	0,45
100	400	50	0,70

Charconnet et Leverne in Paris (Nachfolger von Gasc und Charconnet) führen an:

Linsendurchmesser mm	Brennweite cm	Preis Francs
35	5	40
40	11	60
44	17	80
60	20	150
70	30	200
81	36	250
110	51	500
140	100	1200

IV. Das Busch'sche Pantoscop.

Das Pantoscop von Emil Busch in Rathenow war noch vor den Steinheil'schen Aplanaten im Jahre 1865 construirt. Es war ein Mittelding zwischen Periscop und Kugelobjectiv und hatte namentlich vor dem letzteren den grösseren Gesichtsfeldwinkel von 105 Grad voraus.

Es besteht aus zwei ganz gleichen, stark gewölbten achromatischen Meniscen (Fig. 100 und 101), wovon die äusseren stark gewölbten Crownglas, die inneren Flintglas sind. Die beiden äusseren Linsenflächen sind sphärisch und stark gewölbt, haben aber keinen gemeinschaftlichen Mittelpunkt, wie die Linsen des Kugelobjectivs und liegen daher nicht wie diese in einer Kugel. Die Brennweite des Pantoscopes ist bei gleicher Linsenöffnung etwas grösser, als die des Kugelobjectivs.

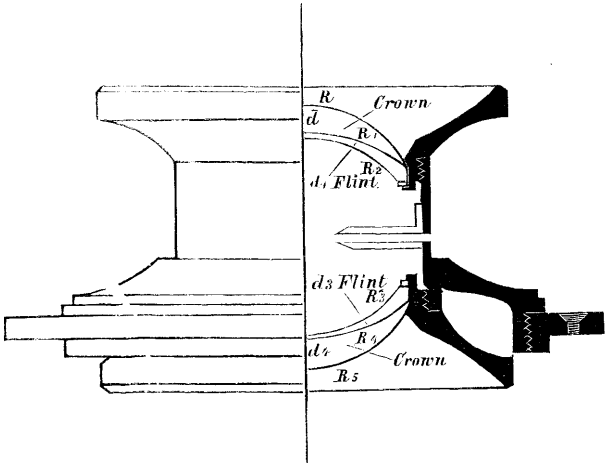


Fig. 100. Busch's Pantoscop.

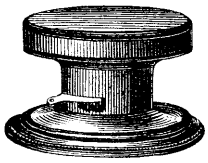


Fig. 101.
Busch's Pantoscop.

Die Constructionselemente sind folgende:

Oeffnung = 25,8.

$d = 3{,}6$ $R = +15{,}389$ Crown
$d_1 = 0{,}4$ $R_1 = \mp 21{,}474$ Flint
$R_2 = -15{,}759$ } Vorderlinse

d_2 = Abstand = 25,5.

$d_3 = 0{,}4$ $R_3 = -15{,}759$ Flint
$d_4 = 3{,}6$ $R_4 = \pm 21{,}474$ Crown
$R_5 = +15{,}389$ } Hinterlinse.

Crown $n = 1{,}3531$,
Flint $n' = 1{,}6079$.

Es ist nicht aplanatisch und arbeitet deshalb nur mit kleinen Blenden, deren Oeffnung $^1/_{40}$ bis $^1/_{30}$ der Brennweite $\left(\frac{f}{40} - \frac{f}{30}\right)$ ist. Mit Blenden arbeitet es sehr tief, das Bild ist plan, die Zeichnung correct, sehr scharf

und ohne Verzerrung bis zum Rande. Es ist lichtkräftiger als das Kugelobjectiv und übertrifft dieses, wenn die Blendenöffnungen so weit vergrössert werden, dass es an Schärfe mit dem Kugelobjectiv übereinstimmt, das letztere $^1/_3$ bis $^1/_2$ mal an Lichtstärke. Bei gleicher Blendenöffnung zeichnet das Pantoscop schärfer als das Kugelobjectiv. Das Pantoscop war in den sechziger Jahren neben dem Kugelobjectiv das einzige Objectiv, welches Architekturen, Panoramas etc. sowie sehr nahe gelegene hohe und breite Gegenstände aufzunehmen gestattete.

Das Bild ist in der Mitte weit stärker beleuchtet, als am Rande. Dieser Uebelstand kann dadurch beseitigt werden, dass man, nachdem ein Viertel der Expositionszeit vorüber ist, eine an einem Draht befestigte runde schwarze Pappscheibe (2 bis 4 Zoll Durchmesser) aus freier Hand etwa 6 bis 8 Zoll vor dem Objectiv in kurzen Schwingungen pendeln lässt und zwar während des zweiten und dritten Viertels der Exposition, so dass das Pantoscop während des letzten Viertels frei arbeitet (vergl. auch weiter unten, bei „Sternblenden").

In neuerer Zeit wendet man statt des Pantoscopes lieber Weitwinkelaplanate oder Anastigmate an.

V. Das Ross'sche Doppel-Objectiv.

Das Doppelobjectiv von Thomas Ross wurde um das Jahr 1865 construirt[1]). Es hat geringere sphärische Abweichung als das Kugelobjectiv, was die Anwendung grösserer Blenden gestattet. Es umfasste einen Winkel von 80 Grad, war frei von Verzerrungen, hatte aber sonst dieselben Nachtheile, wie das Kugelobjectiv. Es bestand aus zwei achromatischen Linsen EE' und PP' (die Linsen EE' sind dem zu reproducirenden Object zugewendet). Jede dieser beiden Linsen konnte einzeln als einfaches Objectiv verwendet werden. Die Diaphragmen, deren grösste $^1/_{25}$ von der Brennweite Oeffnung hat und deren kleinstes $\frac{f}{45}$ ist, sind in der Mitte bei J' angebracht,

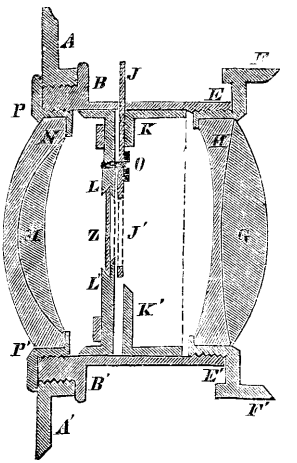


Fig. 102. Ross' Doppel-Objectiv.

Fig. 102. (Monckhoven.)

Dieses Objectiv, welches eine gewisse Aehnlichkeit mit dem auf Seite 126 beschriebenen weit günstiger construirten Voigtländer'schen Objectiv hat, ist gegenwärtig fast ganz ausser Gebrauch gekommen und von den Aplanaten und Anastigmaten überflügelt worden.

1) Bull. Soc. franç. 1865. S. 246; aus Brit. Journ. Phot.

VI. Steinheil's Periscop und Zentmeyer's Linse.

Dieses in neuerer Zeit fast vergessene Objectiv wurde Dr. Steinheil im Jahre 1865 patentirt und von ihm in Gemeinschaft mit Voigtländer hergestellt. Es besteht aus zwei Meniscen CE und DF aus Crownglas, deren concave Flächen sich zugewendet, und welche unter sich gleich sind, zwischen beiden in gleicher Distanz von den Linsen ist das Diaphragma LL' angebracht. (Fig. 103.)

Dieses Objectiv ist das beste, welches mit Hilfe zweier einfachen, nicht achromatischen Linsen erzeugt werden kann, es besitzt freilich einen chemischen Focus, welcher nach jeder Einstellung eine Regulirung nothwendig macht, jedoch ist diese Regulirung einfach und leicht, weil die Grösse, um welche die Brennpunktebene gegen das Objectiv nach vorn bewegt werden muss, immer ein Bruchtheil der Focusdistanz ist, d. h. $^1/_{40}$ dieser Entfernung. Ausserdem ist die Focustiefe dieses Objectivs so beträchtlich, dass ein kleiner Irrthum bei dieser Regulirung die Schärfe des Bildes durchaus nicht wesentlich beeinträchtigen würde.

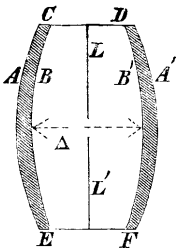


Fig. 103.
Steinheil's Periscop.

Es ist ebenso wie alle symmetrischen Doppel-Objective, wie z. B. das Kugel-Objectiv, ganz frei von Verzeichnung. Die Bildfläche der Periscop-Objective ist sehr eben; es ist dies die beste Linsenart, welche sich mittels zweier gleichartiger Glassorten erzeugen lässt.

Der Bildwinkel ist 100 Grad, der Durchmesser des Objectivs sehr klein und ein Objectiv von 11,2 mm Durchmesser und 8,9 cm Brennweite gibt ein Bild von 17,6 cm. Das Periscop war gänzlich ausser Gebrauch gekommen. In neuester Zeit (1890) wurde mit Recht dem Periscop wieder Beachtung geschenkt, weil es so lichtstark ist, dass man Momentaufnahmen von grossem Bildwinkel machen kann und die minimale Focusdifferenz bei Detectivcameras vollkommen durch einmalige fixe Einstellung eliminiren kann. In Amerika, sowie von Steinheil in München wurde neuerdings die Fabrikation dieses Objectives begonnen (s. Seite 53).

Zentmeyer in Philadelphia construirte 1866 eine Weitwinkellinse, die ähnlich dem Steinheil'schen Periscop nur aus einer Glassorte besteht, sich aber von dieser unterscheidet, dass sie nicht symmetrisch ist, sondern eine kleine Vorderlinse und Hinterlinse enthält, deren äussere Flächen concentrisch sind. Die Linse arbeitete mit kleiner Centralblende und besass angeblich keinen chemischen Focus, was nicht möglich ist, wenn die Glasmasse der beiden Linsen identisch war.

Durchmesser der Linsen	12,56
Krümmungshalbmesser der Anflächen A und A'	+ 17,53
„ „ „ B und B'	— 20,76
Δ die Entfernung der beiden Linsen	12,56
oder	8,29
Dicke der Linsen auf der Achse gemessen . .	1,26
Brechungsindex: $n_v = 1{,}5233$	
$n_o = 1{,}5360.$	
Focuslänge des Systems (optischer Focus) f^o .	100,00
„ „ „ (chemischer Focus) f^v .	97,54
Oeffnung des Diaphragma $\frac{f}{40}$	251,3.

VII. Triplet-Objective.

Porro hatte 1847 ein Objectiv mit drei Linsen in der Absicht construirt, die Gleichmässigkeit und Deutlichkeit des Bildes gegen den Rand zu vermehren. Er beschrieb es 1856 näher und nannte dieses so construirte Objectiv „Objectiv anallatique"; es bestand wesentlich aus drei Linsen, wovon sich zwei fast berührten und die dritte in einiger Entfernung angebracht war[1]).

Photographische Objective mit drei Linsen, sog. Tripel-Linsen oder Triplets, wurden auch 1853 von Scott Archer verwendet, indem er zwischen die Linsen eines Petzval'schen Porträtobjectivs, welches zu Interieur-Aufnahmen eine zu lange Brennweite hatte, eine schwach concave Linse von kleinem Durchmesser statt des Diaphragmas einschob. Auch Sutton (1859[2]) und Derogy construirten Tripletlinsen.

Dallmeyer berechnete 1861 eine neue correct zeichnende Tripletlinse und kurz darauf fertigte Ross nach einem verbesserten Plane Sutton's ebenfalls eine Tripletlinse an[3]) Von allen diesen fand die von Dallmeyer und die von Busch in Rathenow angefertigte, am meisten Verbreitung, nicht nur über England, sondern auch am Continente, da sie ganz frei von Verzeichnungen war und besonders zu architektonischen und Copirungszwecken geeignet war. Zu Gruppenaufnahmen findet sie wohl nur äusserst selten Anwendung.

Die Tripletlinse, welche hier (nach Monckhoven) beschrieben ist, ist von Dallmeyer construirt.

Die Construction derselben ist sehr leicht aus der Fig. 104 erkenntlich.

GH, IQ, JK sind achromatische Meniscen, welche je zwei zusammen eine einzige Linse bilden, indem jede von ihnen aus zwei unter sich mit ihren gemeinschaftlichen Flächen aneinander gekitteten Linsen besteht. Die erste und letzte sind Sammellinsen, die mittlere ist eine Zerstreuungslinse. Diese drei Linsen sind in eine Röhre $CFED$ gefasst, und DE kann mit einem Deckel von Carton geschlossen werden. Diese Röhre schraubt sich in einen Ring AA', der an der Camera befestigt wird.

Die Diaphragmen L sind von zunehmender Grösse und lassen sich zwischen zwei Scheiben mm' nn' einschieben.

Wenn man dieses Instrument für Landschaften oder für Reproductionen in natürlicher Grösse anwenden will, so muss die Combination JK (die kleinere) nach der Seite des Objectes gewendet sein, und die Combination GH (die grösste) nach dem Einstellglas der Camera; will man hingegen sich desselben zur Vergrösserung bedienen, so muss die Combination umgekehrt und nach der anderen Seite gedreht werden, so dass GH das Object betrachtet, und JK die Cassette oder die empfindliche Platte in der Camera. — Für Gruppen- und Augenblicks-Aufnahmen muss man die grösste Oeffnung anwenden, um die höchste Schnelligkeit zu erreichen.

Für die Landschaften und Reproductionen jedoch, bei denen es auf die längere Exponirungsdauer nicht ankommt, kann man kleinere Diaphragmen anwenden (dies ist auch der Grund, weshalb man die Tripletlinse gewöhnlich dem Kugelobjectiv vorzieht),

---

1) Horn's Phot. Journ. Bd. 4, S. 13 und Bd. 9, S. 74.

2) Phot. Archiv. 1860. S. 4.

3) Phot. Archiv. 1860. S. 70. Bulletin de la Société franç. Phot. 1859. S. 272. Sutton nahm zwei Meniscen von gleicher Brennweite und in der Mitte eine concave Zerstreuungslinse.

indem man sich erinnern wird, dass man die sog. Focustiefe nur durch die Anwendung sehr kleiner Diaphragmen wirklich erhalten kann.

Wenn man es will, so lässt sich die Combination JQ wegnehmen, indem man zunächst die Combination GH abschraubt. Wenn man die Combinationen GH und JK allein anwendet, so wird die Brennweite um die Hälfte verkürzt und die Geschwindigkeit der photographischen Wirkung infolge dessen im Verhältniss gefördert;

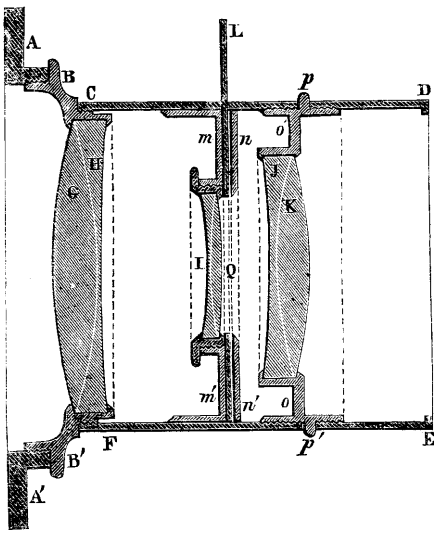


Fig. 104. Dallmeyer's Triplet-Linse.

Durchmesser der Vorderlinse JK		1714
Crownglas biconvex	$+R$	3128
	$+R$	2386
Flintglas biconcav	$-R$	2386
	$-R$	20228
Durchmesser der negativen Combination IQ		1071
Flintglas biconvex	$+R$	14200
	$+R$	4528
Crownglas biconcav	$-R$	4528
	$-R$	3200
Durchmesser der Combination HG		2286
Flintglas biconcav	$-R$	30300
	$-R$	3557
Crownglas biconvex	$+R$	3557
	$+R$	4728
Entfernung der Linsen HG, JH		1257
Focuslänge des Systems		10000
Grösste Diaphragma-Oeffnung $\frac{f}{10}$ =		1000
Kleinste „ „ $\frac{f}{30}$ =		333

aber, obgleich in diesem Falle das System achromatisch ist, so erscheint die Bildfläche doch sehr gekrümmt, und der Apparat könnte somit, nur in einzelnen speciellen Fällen, als Porträtobjectiv angewendet werden. — Wenn es sich darum handelt, Aufnahmen von Porträten im Freien, sowie von Gruppen oder Reproductionen zu machen, so ist es nöthig, die drei Combinationen wie in der Fig. 104 angegeben, anzuwenden.

Das Dallmeyer'sche Triplet kann auch umgekehrt verwendet werden, ohne dass irgend ein Theil der Linse verändert wird; der Lichtfleck wird sogar dadurch verringert[1] [2]).

Die optische Anstalt in Rathenow (vormals Busch) erzeugt seit 1863 ebenfalls Tripletobjective nach englischer Construction zur Aufnahme von Landschaften, namentlich aber von Plänen und Zeichnungen[3]).

Das Tripletobjectiv besteht nach Busch aus drei achromatischen Combinationen, wovon die mittlere eine mit von aussen einschiebbaren Centralblenden versehene Zerstreuungslinse ist. Die vordere Combination hat eine kleinere Oeffnung als die hintere, welche der matten Tafel zugekehrt ist. Die convexen Seiten beider sind nach aussen gerichtet. Die Gestalt der Zerstreuungslinse ist die einer convex-concaven (periscopisch-concav) Linse, d. h. die eine Seite ist convex, die andere stärker gewölbte Seite concav

---

1) Phot. Mitth. Bd. 4, S. 142.

2) Verzeichniss der Dallmeyer'schen „Triple-Lens":

Grösse von Landschafts-bildern Zoll	Grösse von Gruppen-bildern Zoll	Durchmesser der Hinterlinse Zoll	Brenn-weite Zoll	Preis ohne Trieb Pfd. St.	s.	Preis mit Trieb Pfd. St.	s.
6 × 5	5 × 4	$1^1/_2$	7	4	4	4	10
$8^1/_2$ × $6^1/_2$	7 × 6	2	10	6	—	6	10
10 × 8	$8^1/_2$ × $6^1/_2$	$2^1/_4$	12	7	—	7	15
12 × 10	10 × 8	$2^3/_4$	15	9	10	10	5
15 × 12	12 × 10	$3^1/_4$	18	12	—	13	—
18 × 16	15 × 12	4	23	15	10	—	—
22 × 20	18 × 16	5	29	22	—	—	—
25 × 21	22 × 20	$5^1/_4$	31	25	—	—	—

3) Verzeichniss der Triplets von Busch:

Oeffnung des vorderen Objectivs	Oeffnung der Zerstreuungslinse	Oeffnung des hinteren Objectivs	Aequivalente Brennweite	Grösse der Landschaften und Reproduction	Grösse der Gruppen	Preis Mark
13‴	6‴	17‴	$3^3/_8$″	$2^7/_8$: $3^1/_8$	2 : $2^1/_2$	67
15	9	19	$10^1/_8$	6 : 8	5 : 6	70
20	12	25	$13^1/_2$	8 : 10	$5^1/_2$: $7^1/_2$	100
27	18	36	$20^1/_4$	12 : 15	8 : 10	190
36	24	48	$26^7/_8$	16 : 20	10 : 12	315
45	30	60	$33^3/_4$	20 : 24	13 : 16	525
54	36	72	$40^1/_2$	24 : 30	16 : 20	780

Die Linse wird so eingesetzt, dass die convexe Seite der vorderen kleinen Combination und die concave Seite der grösseren Combination also der Camera zugekehrt ist. Das Tripletobjectiv hat im Vergleich zu dem Porträtobjectiv eine grössere Tiefe der Schärfe, gibt von planen Gegenständen ein planes Bild, wenn eine der kleinsten Centralblenden angewendet wird, verzeichnet nicht im Geringsten und hat eine grössere Lichtkraft und ein grösseres Gesichtsfeld als das einfache Landschaftsobjectiv. Die Grösse des Gesichtsfeldes beträgt 62 Grad. Will man mit dem Tripletobjectiv Gruppen aufnehmen, so ist gutes Licht und lange Exposition sowie die Anwendung der grössten Centralblenden nöthig.

Die Verwendung der Triplets ist durch die Einführung der Aplanate und ihrer Verwandten bedeutend eingeschränkt und in neuerer Zeit ganz aufgegeben worden, bis Zeiss neue vervollkommnete Triplet-Apochromate berechnete.

ZEHNTES CAPITEL.

OBJECTIVSÄTZE. — APLANATISCHE LINSEN-COMBINATIONEN MIT VERÄNDERLICHER BRENNWEITE. — COMBINIRTE PORTRÄT- UND LANDSCHAFTS-OBJECTIVE, SOWIE „UNIVERSAL-OBJECTIVE“ ALTEN SYSTEMS.

Das Bestreben der Optiker ging seit langer Zeit dahin, zwei oder mehrere Gattungen von Objectiven von verschiedenen Leistungsfähigkeit in einem sog. „Objectivsatz“ zu vereinigen.

Man sucht hauptsächlich Porträt- und Landschaftslinsen zu combiniren und Brennweite und Lichtkraft nach Belieben zu modificiren, damit man z. B. von einem Standpunkte aus Bilder von verschiedener Grösse oder mit demselben Instrument mit kurzer Exposition ein Porträt, und in anderer Anordnung correct eine Architektur aufnehmen kann.

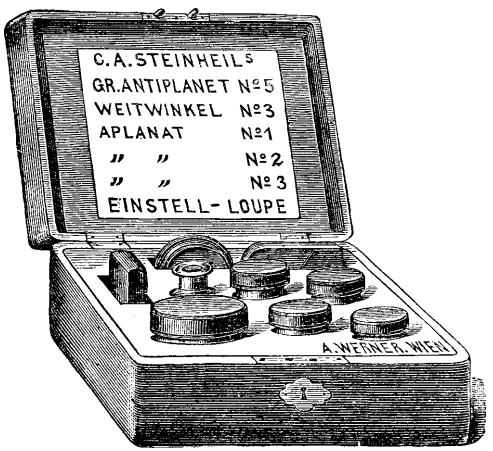


Fig. 105.

Um allen Anforderungen der Landschaftsphotographie zu genügen, muss der Photograph über Objective von verschiedener Brennweite verfügen, eventuell auch über ein Weitwinkelobjectiv.

Man behalf sich früher damit, dass man zu Excursionen verschiedene Aplanate oder einfache Landschaftslinsen mitnahm, deren Brennweite z. B. sich wie 1 : 1,5 : 2 verhielt; demgemäss weisen die Bildgrössen

eines von demselben Standpunkte aus aufgenommenen Gegenstandes die entsprechend verschiedenen relativen Dimensionen auf. Alle diese Objective sollen in ein und denselben Objectivring passen, damit man sie schnell auswechseln kann; stets soll bei solchen Zusammenstellungen ein Weitwinkelobjectiv für kurze Aufstelldistanzen dabei sein.

Ein charakteristischer und sehr günstig zusammengestellter Objectiv-Einsatz, bestehend aus mehreren completen Objectiven, ist der Steinheil'sche Universal-Objectiveinsatz, welcher in Fig. 105 abgebildet ist und für Plattenformate 18 × 24 cm bestimmt ist. Er besteht aus folgenden Objectiven:

	Oeffnung	Brennweite
1. Steinheil's Gruppen-Antiplanet	48 mm	27,5 cm
2. „ Landschaftsaplanat	23 „	40 „
3. „ „	23 „	48 „
4. „ Weitwinkelaplanat	10,5 „	18,2 „

und einer aplanatischen Loupe.

Das erstere Objectiv dient zu Momentaufnahmen und mit kleinen Blenden zu Landschaftsaufnahmen; die Objective 2 und 3 für Gegenstände in grösserer Entfernung und No. 4 für Interieurs und Aufnahmen bei kurzer Aufstelldistanz.

I. Combinirte aplanatische Objectivsätze.

Die Aplanate (nach Steinheil's System) sind symmetrische Objective, deren Hinterlinse allein (analog einer einfachen Landschaftslinse) verwendet werden kann, wenn man kleine Blenden vorsetzt. Da eine einzelne Linse des Aplanaten ungefähr die doppelte Brennweite des ganzen Systems hat, so ist dem Landschaftsphotographen hiermit die Möglichkeit geboten, vom selben Standpunkte aus weiter entfernte Gegenstände einer Landschaft in doppelter Bildgrösse abzubilden, als es mit dem completen Aplanaten möglich war. Natürlich sind diese einfachen Landschaftslinsen weitaus lichtärmere und unvollkommenere Objective als die Aplanate, aber können trotzdem bei der Landschaftsphotographie gute Dienste leisten.

Andererseits zeigen die Aplanate die Eigenthümlichkeit, dass sie noch gute Bilder geben, wenn man eine Linse eines grösseren Aplanaten (von längerer Brennweite) mit einer anderen Linse eines kleinen Aplanaten (von kürzerer Brennweite) combinirt; obschon diese Combination nicht vollkommen correct ist, so gibt es dennoch eine sehr gute Linsencombination, deren Brennweite annähernd in der Mitte zwischen jener der ursprünglich benutzten Aplanate liegt.

Ist z. B. ein aplanatisches Doppelobjectiv von 29 mm Oeffnung und 12 cm Brennweite gegeben, dessen einzelne Linsen ungefähr 24 cm Brennweite (f') haben; andererseits ein Aplanat von 34 mm Oeffnung und 22 cm Brennweite, dessen einzelne Linsen eine ungefähre Brennweite = 44 cm (f'') haben, so kann man die eine Linse des einen und die andere des zweiten Aplanaten combiniren und erhält dann ein neues aplanatische Doppelobjectiv, dessen Brennweite in der Mitte ungefähr zwischen dem ersten und zweiten Doppelobjectiv liegt, nämlich = 15 cm ist.

Dieses Princip liegt den modernen aplanatischen Objectivsätzen zu Grunde, welche von Steinheil in München, Français in Paris, Suter in Basel, Berthiot in Paris, Goerz in Berlin-Schöneberg und Anderen seit mehreren Jahren erzeugt werden und sehr beliebt sind.

1. Steinheil's Landschaftslinsen-Satz ist speciell für Landschaftsaufnahmen construirt[1]) und besitzt eine wirksame Oeffnung von $\frac{f}{12}$ bis $\frac{f}{15}$; die Helligkeit ist gross genug, um bei gutem Lichte Momentaufnahmen im Freien zu machen und die Bilder der Doppel-Combination sind frei von Verzerrung. Er umfasst vier Linsen, welche einen gemeinschaftlichen Stutzen haben und sich in demselben mittels Bajonnetverschluss befestigen lassen.

Fig. 106. Steinheil's Objectivsatz.

Fig. 106 zeigt das äussere Ansehen der Combination in Etui, deren Preis 200 Mk. ist. Für Lichtdruckaufnahmen, wozu verkehrte Negative nothwendig sind, wird ein Prisma beigegeben.

Die Brennweiten der möglichen Combinationen sind folgende:

Combination	Brennweite cm	Bildgrösse mit grösster Blende cm	Bildgrösse mit kleinster Blende cm
Linse II vorne, I hinten	20	13 × 18	20 × 28
Linse III vorne, II hinten	26		
Linse I allein (hinten)	32		
Linse IV vorne, III hinten	33		
Linse II allein	40		
Linse III allein	50		
Linse IV allein	62		

1) Zuerst im Jahre 1881.

Die nähere Einrichtung dieses vortrefflichen Steinheil'schen Landschaftssatzes, welcher sich für Platten von 13 × 18 oder 18 × 24 cm gut bewährt[1]), geht aus Fig. 106a und der nachstehenden Erklärung hervor.

Zur Herstellung dieses Landschaftseinsatzes wurde ein Landschaftsaplanat gerechnet, der aus zwei einander sehr nahestehenden Objectiven besteht, welche nicht gleich aber ähnlich sind und mit einander ganz correcte Bilder geben. Die Vorderlinse hat die kürzere, die Hinterlinse die längere Brennweite. Zwei solche Landschaftsaplanate mit verschiedenen Brennweiten ausgeführt, liefern die vier Linsen für den Einsatz und sind so gewählt, dass die Brennweite der Hinterlinse des ersten Aplanates zur Brennweite der Vorderlinse des zweiten Aplanates in demselben Verhältniss steht, wie die Brennweite der Vorderlinse zur Brennweite der Hinterlinse in jedem der beiden Aplanate, wodurch sämmtliche Combinationen correct zeichnen. Die einzelnen Linsen bestehen aus Leichtflint und Crown und haben folgende Elemente:

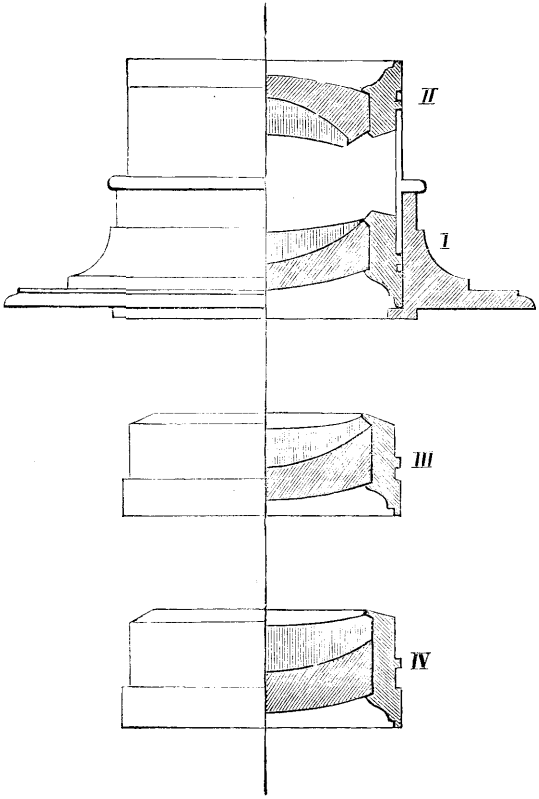


Fig. 106a. Steinheils' Landschafts-Satz.

Glasarten $n' = 1{,}5637$
$n = 1{,}5290.$

Erster Aplanat.

Linse I.

Oeffnung 23 mm.

$D = 3{,}1$, $D_1 = 3{,}6$; $R = +31{,}01$, $R_1 = +14{,}74$, $R_2 = +38{,}50$

Linse II.

$D = 4{,}0$, $D_1 = 3{,}7$; $R = -45{,}96$, $R_1 = -17{,}52$, $R_2 = -37{,}10$

Zweiter Aplanat.

Linse III.

Oeffnung 23 mm.

$D = 4{,}3$, $D_1 = 4{,}9$; $R = +42{,}40$, $R_1 = +20{,}1$, $R_2 = +52{,}59$

Linse IV.

$D = 5{,}9$, $D_1 = 5{,}1$; $R = -63{,}11$, $R_1 = -24{,}07$, $R_2 = -51{,}10$.

1) Einzelne Combinationen geben auch Bilder bis zum Formate 20 × 28 cm.

II. Suter's Objectivsatz,

welcher zuerst im Jahre 1885 construirt wurde, besteht aus drei lichtstarken aplanatischen Combinationen, zwei weitwinkelig aplanatischen Combinationen und zwei einfachen Landschaftslinsen. Der Linsendurchmesser ist 34 mm. (Fig. 107.)

Bei diesem Objectivsatz ist Folgendes geboten:

1. Drei Combinationen, welche durch leichte Veränderung der hinteren Linse verschiedene Brennweiten und bei Oeffnungsverhältnissen von $^1/_6$, $^1/_7$ und $^1/_8$ der Brennweite möglichst scharfe Bilder liefern. Diese Combinationen werden bei Moment- und gewöhnlichen Aufnahmen bis zur Plattengrösse 18×24 allen billigen Anforderungen genügen, wo es sich um einen nutzbaren Bildfeldwinkel von nicht über 60 Grad handelt. Die Bilder sind correct und möglichst eben; bei Anwendung der kleinen Blende tritt absolute Schärfe bis an die Ränder ein.

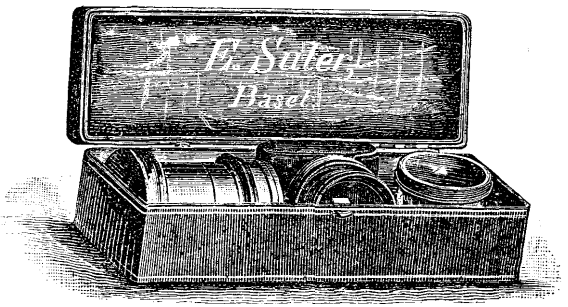


Fig. 107. Suter's Objectivsatz.

2. Zwei Weitwinkelobjective mit 90 Grad Bildfeldwinkel für Platten 18×24 und 24×30 cm bei 16 resp. 19 cm Brennweite. Diese Combinationen werden überall da nützlich sein, wo wegen beschränktem Abstand (z. B. bei Strassen- oder Monument-Aufnahmen) obige drei Combinationen mit dem Bildfeldwinkel von 60 Grad nicht genügend fassen.

3. Zwei einfache Landschaftslinsen mit langer Brennweite und beträchtlichem Bildwinkel. Solche Objective sind oft sehr werthvoll, wenn es sich um Aufnahmen auf lange Distanzen handelt, z. B. wo etwa ein Fluss, eine Schlucht etc. das Hinankommen verhindert.

Für diese sieben Combinationen sind nur fünf Linsen erforderlich, welche in einem eleganten Etui untergebracht sind und sehr wenig Raum einnehmen. (Preis = 160 Mk.)

Gebrauchs-Anweisung: Die Verwendung der fünf diesen Satz ausmachenden Linsen ist sehr einfach und leicht.

Lichtstarke Combinationen. Man nehme die Fassung mit weiter Oeffnung, an welcher am Hintertheil folgende mit Punkten bezeichneten Linsen zu verwenden sind und folgende Brennweiten und Plattendimensionen geben:

	●	●●	●●●
Brennweite	16	19	24 cm
Plattengrösse	12 × 16	13 × 18	18 × 24

Die Kopflinse bleibt unverändert stehen.

Weitwinkel-Combinationen. Hierzu ist die kürzere Fassung mit Rotationsblenden zu benutzen und die mit folgenden Punkten angezeichneten Linsen, welche folgende Brennweiten und Platten liefern:

	●●	●●●
Brennweite	16	19
Plattengrösse	18 × 24	24 × 30

Auch hier bleibt die Kopflinse unverändert.

Einfache Landschaftslinsen. Man nehme wieder die kleine Fassung und entferne die Kopflinse. Zur Verwendung kommen am Hintertheil der Fassung die Linsen:

	●●	●●●
Brennweite	36	48
Plattengrösse	24 × 30	30 × 36

Man bediene sich der beiden kleinsten Blenden.

Preis des Objectivsatzes in einem eleganten Etui in Grössenformat 19 × 6 × 6 cm 160 Mark.

Auf Wunsch wird dieser Satz auch ohne Weitwinkelsystem geliefert und reducirt sich dann der Preis auf 112 Mark.

Ausserdem bringt Suter einen kleinen Objectivsatz für die Platte 9 × 12 cm (Linsendurchmesser 27 mm) in den Handel. Derselbe besteht in einem lichtstarken Aplanat von 12 cm und einem Weitwinkelsystem von 8 cm Brennweite. Beide Systeme haben jedes seine eigene Fassung mit Bezeichnung. Die Vorderlinse bleibt auf ihrer betreffenden Fassung und nur die Hinterlinse, welche für beide Systeme gemeinschaftlich zu verwenden ist, wird mittels Bayonnetverschluss gewechselt. Die Hinterlinse allein kann auch als einfaches Landschaftsobjectiv in der einen oder anderen Fassung benutzt werden, indem die Vorderlinse entfernt wird; Brennweite 24 cm. Preis 90 Frcs.

Die Construction des Suter'schen Objectiv-Satzes geht aus Fig. 108 hervor, aus welcher die Form der einzelnen Linsen deutlich ersichtlich ist. Die Krümmungsradien sind folgende:

Vorderlinse II.		mittlerer Brechungsindex	Vorderlinse I.		mittlerer Brechungsindex
R =	35,96	n' = 1,604	R =	56,475	n' = 1,655
d =	3,4		d =	2,6	
R_1 =	26,80		R_1 =	22,860	
d_1 =	2,2	n = 1,549	d_1 =	4,3	n = 1,616.
R_2 =	45,90		R_1 =	78,240	

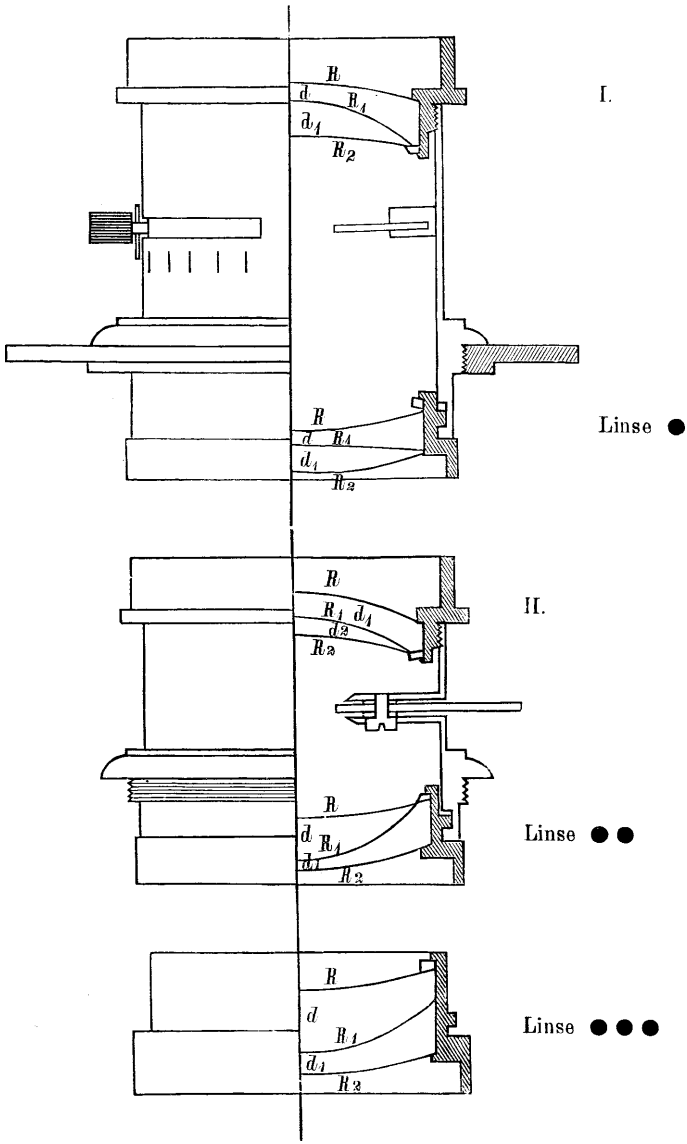


Fig. 108. Suter's Objectivsatz.

Hinterlinse ● (mit einem Punkte):

$$\left.\begin{array}{rl} R &= 154{,}39 \\ d &= 1{,}8 \\ R_1 &= 101{,}74 \\ d_1 &= 4{,}1 \\ R_2 &= 61{,}95 \end{array}\right\} \begin{array}{ll} n & n = 1{,}532 \\ & \\ & \\ n' & n' = 1{,}605 \end{array}$$

Hinterlinse ● ● (mit zwei Punkten):

$$\left.\begin{array}{l} R = 66{,}83 \\ d = 5{,}5 \\ R_1 = 19{,}72 \end{array}\right\} n = 1{,}616$$

$$\left.\begin{array}{l} d_1 = 0{,}9 \\ R_2 = 47{,}66 \end{array}\right\} n'_1 = 1{,}653$$

Hinterlinse ● ● ● (mit drei Punkten):

$$\left.\begin{array}{l} R_2 = 72{,}09 \\ d_2 = 8{,}4 \\ R = 25{,}75 \end{array}\right\} n = 1{,}606$$

$$\left.\begin{array}{l} d_1 = 2{,}4 \\ R_1 = 57{,}83 \end{array}\right\} n' = 1{,}636.$$

III. Français' Objectiv-Satz.

Français in Paris bringt seit dem Jahre 1882 einen aplanatischen Objectivsatz unter dem Namen „Objectives rectilinéaires à foyers multi-

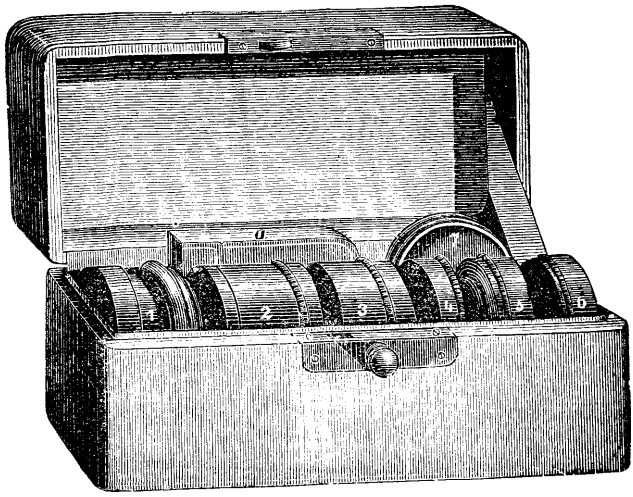


Fig. 109. Français' Objectivsatz.

ples" (Trousses d'objectives) in den Handel[1]), welcher im Etui die in Fig. 109 abgebildete Form zeigt.

Der grosse Français'sche Objectivsatz besteht aus 7 Linsen und gibt Brennweiten von 14 cm bis 47 cm; Plattengrösse 18×24 cm; Preis 250 Francs. Der kleine Objectivsatz (für Platten 13×18 cm) gibt Brennweiten von 14 bis 34 cm; Preis 180 Francs. Die Helligkeit der Combination 1, 2 und 3 ist $= \frac{f}{10}$ bis $\frac{f}{15}$ und gestattet Momentaufnahmen und Gruppenaufnahmen; der Bildwinkel der Combination 1

1) S. Eder, Phot. Corresp. 1883. S. 221.

bis 3 ist 60 Grad, der Combinationen 4 bis 6 ist 90 Grad, der einfachen Linsen = 50 Grad.

In der neueren Form, welche sehr empfehlenswerth ist, leistet der Français'schen Objectivsatz (grössere Nummer) folgendes:

Combinationen		Vorderlinse	Hinterlinse	Brennweite in Centimeter	Bildgrösse: mit voller Oeffnung	Bildgrösse: mit Blende	Bildgrösse: Bildwinkel mit kleiner Blende	Nummern der grössten anwendbaren Blende	Relative Belichtungszeit, auf die Combination I als Einheit bezogen
Rectilineare	1	2	3	38,0	18 × 24	24 × 30	55 Grad	1	1,0
	2	2	4	34,0	15 × 21	24 × 30	60 „	1	0,8
	3	3	4	30,0	13 × 18	24 × 30	67 „	1	0,6
Weitwinkel-Rectilineare	4	5	6	20,0	—	24 × 30	90 „	6	4,4
	5	5	7	16,5	—	18 × 24	84 „	6	3,0
	6	6	7	14,0	—	15 × 21	86 „	6	2,2
Einfache Linsen	7	—	5	47,0	—	24 × 30	46 „	5	13,0
	8	—	6	32,0	—	18 × 24	50 „	6	11,3
	9	—	7	23,0	—	15 × 21	60 „	6	5,8

Aus diesen neun Combinationen gelang es Herrn Français kürzlich, noch eine zehnte Tripletcombination mit den obigen Linsen herzustellen, welche drei Linsen

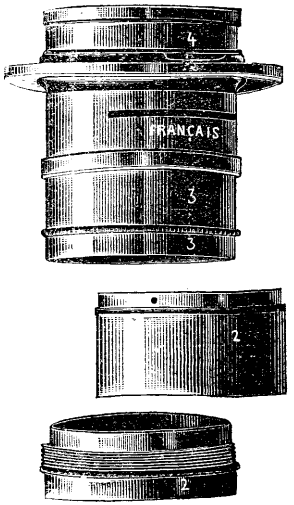


Fig. 110.

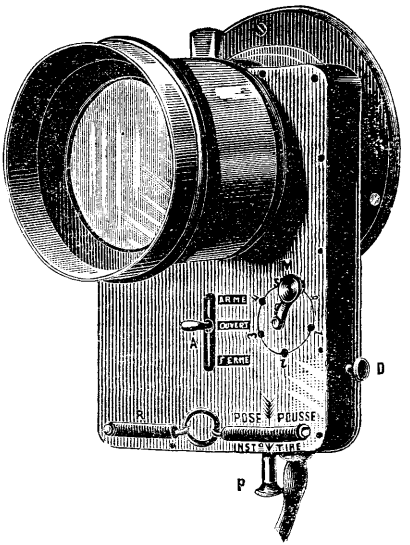


Fig. 111.

Français' Objectivsatz und Momentverschluss.

enthält und ein lichtstarkes Objectiv gibt, dessen wirksame Oeffnung ungefähr $^1/_5$ der Brennweite beträgt. Man trennt, wie Fig. 110 zeigt, die Linse No. 2 von ihrer Verlängerung, entfernt diese und schraubt die Linse No. 2 direct auf die Messingfassung

von No. 3; diese Combination von No. 2 und No. 3 bilden die Vorderlinse, No. 4 die Hinterlinse.

Sehr anerkennenswerth ist ferner die neue Expositionstabelle, welche Français seinem Objectiveinsatz mitgibt und welche auf die vom photographischen Congress in Paris acceptirte Einheit $\frac{f}{10}$ reducirt ist [1]).

Tabelle der relativen Belichtungszeiten für jede Combination des Français'schen Objectiveinsatzes mit den betreffenden Blenden.

(Die Belichtungszeit für die Blende $\frac{f}{10}$ ist = 1 gesetzt.)

Nummer der Combination	Brennweite in Centimeter	Nummer der Blenden							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		Oeffnungsdurchmesser in Millimeter							
		38	31	27	19	13,4	9.5	6,7	3,35
1	38,0	1,0	1,5	2,0	4,0	8,0	16,0	32,0	128,0
2	34,0	0,8	1,2	1,6	3,2	6,4	12,3	25,6	102,0
3	30,0	0,6	0,9	1,2	2,5	5,0	10,0	20,0	80,0
4	20,0	—	—	—	—	2,2	4,4	8,9	35,5
5	16,5	—	—	—	—	—	3,0	6,0	24,0
6	14,0	—	—	—	—	—	2,2	4,4	17,2
7	47,0	—	—	—	—	12,0	24,5	49,0	196,0
8	32,0	—	—	—	—	—	11,3	22,8	91,0
9	23,0	—	—	—	—	—	6,0	12,0	48,0
10	24,0	0,4	0,6	0,8	1,6	3,2	6,4	13,0	52,0

Der Gebrauch der Tabelle ist einfach. Nehmen wir an, dass man mit der ersten Combination und Blende No. 1 in 4 Secunden ein gutes Negativ erhalten hat, so braucht die fünfte Combination mit der Blende No. 6 die dreifache Zeit, d i. 12 Secunden.

Ferner ist diesem Objectiveinsatz ein Momentverschluss beigegeben, welcher zwischen den Linsen im optischen Mittelpunkte des Objectivs angebracht ist. Diesem Momentverschlusse gibt Français den Namen „Cyclope"; er ist in Fig. 111 abgebildet. Der Momentverschluss besteht aus mehreren Sectoren, welche sich von der Mitte aus öffnen und schliessen, so dass der mittlere Theil des Objectivs am meisten ausgenützt ist.

Im Nachstehenden sind die Linsenformen des Français'schen Objectivsatzes (grössere Nummer) abgebildet und näher beschrieben; siehe Fig. 112, sowie S. 162.

1) D. h. jene Blende, deren Durchmesser = $^1/_{10}$ der Brennweite ist, gilt als Einheit.

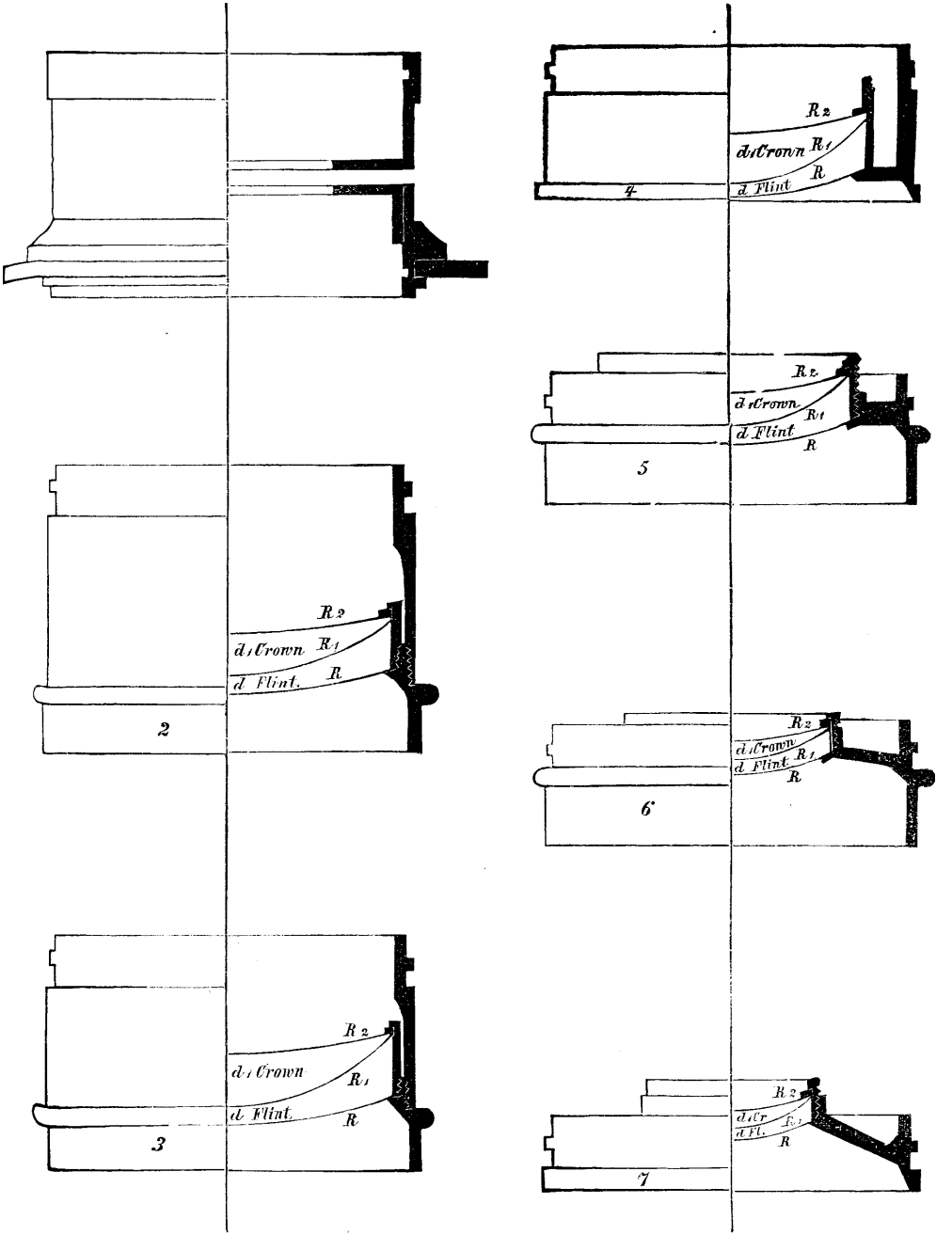


Fig. 112. Français' Objectivsatz.

Objectivsatz von Français.

Linse 2.

Oeffnung = 47,5

$d = 2{,}5$, $d_1 = 5{,}5$

$R = +\ 89{,}563$, $R_1 = \mp\ 40{,}483$ } Flint

$R_2 = -\ 120{,}897$ } Crown

Crown $n = 1{,}580$

Flint $n' = 1{,}623$.

Linse 3.

Oeffnung = 46,5

$d = 2{,}5$, $d_1 = 7{,}0$

$R = +\ 76{,}822$, $R_1 = \mp\ 33{,}783$ } Flint

$R_2 = -\ 102{,}435$ } Crown

Crown $n = 1{,}604$

Flint $n' = 1{,}645$.

Linse 4.

Oeffnung = 35,5

$d = 1{,}6$, $d_1 = 6{,}0$

$R = +\ 59{,}845$

$R_1 = \mp\ 26{,}948$

$R_2 = -\ 80{,}008$

Crown $n = 1{,}609$

Flint $n' = 1{,}654$.

Linse 5.

Oeffnung = 36,8

$d = 3{,}0$, $d_1 = 3{,}5$

$R = +\ 49{,}521$, $R_1 = \mp\ 33{,}849$ } Flint

$R_2 = -\ 62{,}814$ } Crown

Crown $n = 1{,}515$

Flint $n' = 1{,}570$.

Linse 6.

Oeffnung = 27,1

$d = 2{,}5$, $d_1 = 2{,}7$

$R = +\ 37{,}267$, $R_1 = \mp\ 25{,}012$ } Flint

$R_2 = -\ 49{,}807$ } Crown

Crown $n = 1{,}531$

Flint $n' = 1{,}615$.

Linse 7.

Oeffnung = 23

$d = 2{,}0$, $d_1 = 2{,}5$

$R = +\ 27{,}144$

$R_1 = \mp\ 18{,}134$

$R_2 = -\ 36{,}192$

Crown $n = 1{,}520$

Flint $n' = 1{,}591$.

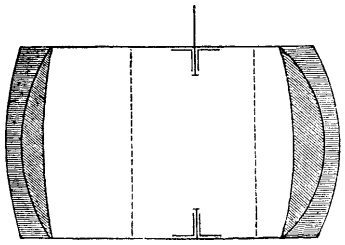


Fig. 113.

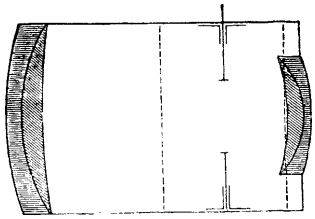


Fig. 114.

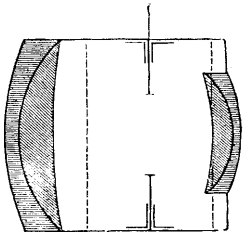


Fig. 115.

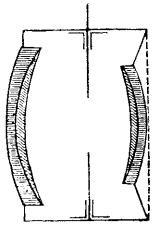


Fig. 116.

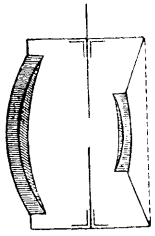


Fig. 117.

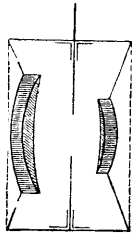


Fig. 118.

Fig. 113 bis 118 zeigt (in etwas reducirtem Massstabe), wie diese Linsen combinirt werden.

IV. Berthiot's Objectiv-Satz.

Die von Berthiot in Paris seit 1877 construirten sehr guten Objectivsätze („Trousses aplanétiques rapides") unterscheiden sich von den vorhergehenden dadurch, dass die Hinterlinse fix in der Fassung bleibt und mehrere verschiedene Vorderlinsen mit derselben in die Combination gebracht werden können, wodurch sich z. B. Brennweiten im Verhältnisse von 1 : 1,2 : 1,5 : 1,8 erzielen lassen. Die Anzahl der verwendeten Linsen ist eine möglichst kleine.

Als Beispiel dieser Construction sei Berthiot's sehr empfehlenswerther Objectivsatz No. 2 gegeben, welcher besonders für Plattenformate 16 × 21 cm sich eignet, aber auch für Platten 18 × 24 cm ausreicht.

Die verschiedenen Arten der Berthiot'schen Objectivsätze gehen aus nachfolgender Zusammenstellung hervor:

Nummer	Bezeichnung der Linsen	Linsendurchmesser mm	Brennweite cm	Bildgrösse für: Momentbilder mit grossen Blenden	Porträte u. Gruppen mit mittleren Blenden	Landschaften und Architecturen mit kleinen Blenden	Preis Frcs.
1	Weitwinkel	29	14	9 × 12	13 × 18	13 × 18	130
	Rapid-Aplanat	34	22		15 × 21	18 × 24	
	Gewöhnlicher Aplanat	34	27			21 × 27	
2	Weitwinkel	36	19	12 × 15	13 × 18	18 × 24	175
	Extrarapid-Aplanat	42	23		18 × 24	18 × 24	
	Rapid-Aplanat	42	28			21 × 27	
2*bis*	Weitwinkel	36	19	12 × 15	13 × 18	18 × 24	200
	Extrarapid-Aplanat	42	23		18 × 24	18 × 24	
	Rapid-Aplanat	42	28			21 × 27	
	Gewöhnlicher Aplanat	42	34		21 × 27	24 × 30	
3	Weitwinkel	42	23	16 × 21	18 × 24	24 × 30	270
	Extrarapid-Aplanat	50	31		21 × 27	21 × 27	
	Rapid-Aplanat	50	37			27 × 33	
3*bis*	Weitwinkel	42	23	16 × 21	18 × 24	24 × 30	300
	Extrarapid-Aplanat	50	31		21 × 27	21 × 27	
	Rapid-Aplanat	50	37		24 × 30	27 × 33	
	Gewöhnlicher Aplanat	50	44			30 × 40	

Fig. 119 stellt diesen Objectivsatz in halber natürlicher Grösse dar. Die Hinterlinse *A* ist bleibend im Objectivsatz angebracht. Hierzu sind 4 Vorderlinsen beigegeben, wovon die eine in Combination mit der

Hinterlinse die Brennweite $f = 19$ cm, die anderen $f = 23$, $f = 28$, $f = 34$ cm haben. Diese Combinationen nähern sich allerdings der Aplanaten-Construction, sind jedoch nicht symmetrisch, wie aus der Figur hervorgeht.

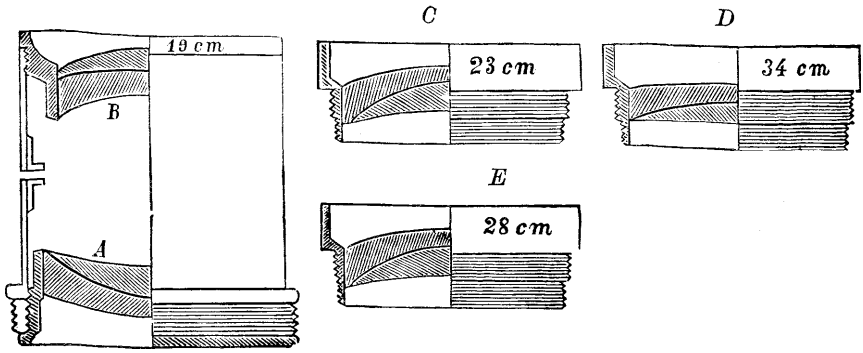


Fig. 119. Berthiot's Objectivsatz.

Daneben bringt Berthiot noch empfehlenswerthe billige Aplanate mit zweierlei Brennweite in den Handel, welche aus drei Linsen bestehen. Z. B.:

Nummer	Bezeichnung der Linsen	Linsendurchmesser mm	Brennweite cm	Bildgrösse für Porträte und Gruppen etc. mit mittleren Blenden	Bildgrösse für Landschaften u. Architecturen mit kleinen Blenden	Preis Frcs.
1	Weitwinkel	29	14		13 × 18	
	Rapid-Aplanat. . . .	34	22	13 × 18	18 × 24	90
2	Weitwinkel	36	19		18 × 24	
	Rapid-Aplanat. . . .	42	28	18 × 24	21 × 27	135
3	Weitwinkel	42	23		24 × 30	
	Rapid-Aplanat. . . .	50	37	21 × 27	27 × 33	170

V. Combinirte Porträt- und Landschaftsobjective und Universalobjective alten Systems.

Lange vor der Einführung der vorhin beschriebenen modernen aplanatischen Objectivsätze war man auf die Combination mehrerer Objective verschiedener Helligkeit und Brennweite bedacht und man nannte dieselben häufig mit dem unpassenden Namen „Universalobjectiv". Ein solches hatte offenbar schon Chevalier (1840) im Auge, als er sein auf Seite 44 beschriebenes, aber wenig leistungsfähiges Objectiv construirte.

Als Prof. Petzval mit seinem lichtstarken Porträtobjectiv im Jahre 1840 einen durchschlagenden Erfolg erzielte, war man darauf bedacht, es auch für Landschaftsphotographie verwendbar zu machen — wozu es sich wegen der drei getrennten und deshalb viel fremdes Licht reflectirenden Linsen, sowie wegen des geringen Gesichtsfeldwinkels wenig eignete.

Die Petzval'schen Porträtlinsen wurden häufig zum Gebrauche für Landschaftsaufnahmen umgewandelt, indem man die vordere Porträtlinse herausschraubte, sie umkehrte und dann als einfache Linsen verwendete. Dieselbe ist nämlich thatsächlich eine Art der Chevalierschen einfachen Linse, welche wie diese als Landschaftsobjectiv wirkt, jedoch eine längere Brennweite und geringere Helligkeit der Porträt-Combination besitzt: sie arbeitet, wie alle einfachen Linsen, nur dann gut, wenn man eine Blende vor dieselbe setzt.

Zur Umwandlung von Porträt- in Landschaftslinsen sind mehrere Constructionen angewendet worden [1]).

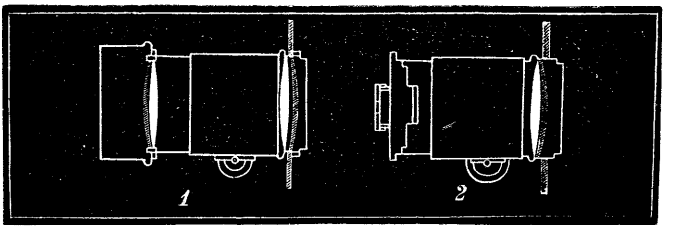


Fig. 120. Fig. 121.

Ross' Universal-Objectiv.

Ross nahm vorn die schirmende Röhre (den Kopf des Objectivs) weg, schraubte die rückwärtige Linse los, kehrte die Röhre, welche die vordere Linse enthält, um, und brachte sie an die Stelle der rückwärtigen Linse; dann wurde eine Reihe von Diaphragmen eingesetzt. Fig. 120 zeigt den Querschnitt der Porträtverbindung, Fig. 121 denjenigen der Landschaftsstellung [2]). Eine ähnliche Einrichtung gab Quinet dem Objectiv [3]).

Hermagis liess sich folgende Construction patentiren: Er schnitt die Röhre mitten zwischen den zwei Linsen in zwei Theile. Einer davon schraubte sich in den anderen und die Blendungen wurden an den Vereinigungsstellen eingeführt. Brauchte man nur die einfache Linse, so wurden die beiden Hälften getrennt, die rückwärtige von dem Kastenringe weggenommen und die vordere Hälfte mittels eines an der Kopfröhre gelassenen Ganges an deren Stelle geschraubt. Die Diaphragmen sind dann an ihrer gehörigen Stelle und vermöge einer sinnreichen Anordnung bildet nun eines den Kopf der einfachen Linse. Fig. 122 zeigt die Porträtverbindung von Hermagis, Fig. 123 die Aenderung für Landschaften.

---

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 12.
2) Ebendaselbst.
3) Horn's Phot. Journ. 1860. Bd. 13, S. 66.

Einfacher als die Hermagis-Form ist die von Hughes angegebene: Er nimmt nur die rückwärtige Linse weg, bringt die vordere an deren Stelle und die Umwandlung der Porträt- in eine Landschaftslinse ist durchgeführt, da die Diaphragmen so angebracht sind, dass sie ohne Verrückung für jeden Zweck gleich geeignet sind.

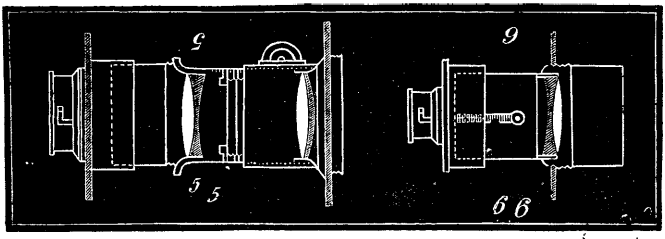


Fig. 122. Fig. 123.

Hermagis' Universal-Objectiv.

Fig. 124 zeigt die Porträtverbindung und die Stellung der Diaphragmen. Fig. 125 die Landschaftsverbindung.

Fig. 126 zeigt den Querschnitt von Millet's gewöhnlicher Porträtlinse; die mittlere Röhre ist durch punktirte Linien angezeigt. Fig. 127 ist die Anordnung für Landschaften.

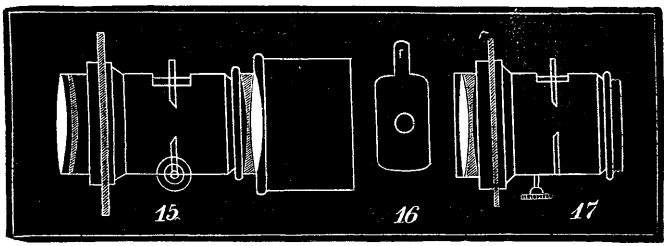


Fig. 124. Fig. 125.

Hugh's combinirtes Porträt- und Landschafts-Objectiv.

Busch in Rathenow construirte combinirte Porträt- und Landschaftsobjective, welche sehr bequem sind. Sie haben im Innern gleich die Fassung zum Gebrauche des vorderen Objectivs als Landschaftsobjectiv. Um die Vorderlinse als Landschafts-

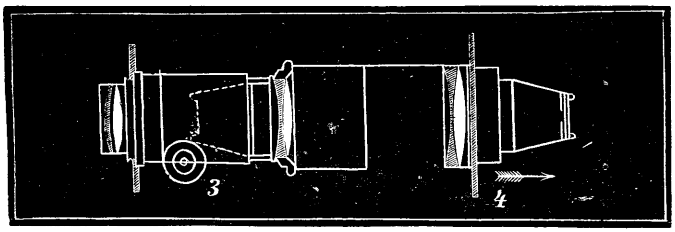


Fig. 126. Fig. 127.

Millet's combinirtes Porträt- und Landschafts-Objectiv.

objectiv zu gebrauchen, nimmt man die Fassung des vorderen Objectivs heraus (an welchem sich gleich das Rohr zur Befestigung des Deckels mit den verschiedenen Landschaftsblenden befindet) und schraubt sie dergestalt an den Ring der Camera, dass das grosse offene, die Sonnenstrahlen und das Seitenlicht abblendende Rohr des

Porträtobjectivs sich im Innern der Camera befindet. Sonst sind diese Instrumente ganz wie die gewöhnlichen Porträtobjective.

Gegenwärtig verwendet der Landschaftsphotograph diese combinirten Porträt- und Landschaftsobjective nicht mehr, weil sie vollkommen veraltet sind: Es fehlt nämlich eine Weitwinkelconstruction, und es lassen sich damit keine correcten Linien der Architecturen wiedergeben.

Ein anderes System von „Universal-Objectiven" schlug Porro vor. Er verwendete ein Doppelobjectiv von zwei Linsen, wovon die hintere beweglich war; er soll dadurch die Brennweite aufs vierfache verlängert haben.

Porro hatte in der That im Jahre 1851 Bilder der Sonnenfinsterniss und im Jahre 1852 mit einem solchen Instrumente Aufnahmen von Gebäuden und Landschaften mit gutem Erfolge gemacht[1][2]). Er nannte sein Instrument „Objective stèn allatique".

Scott Archer hatte 1853 ein Universal-Objectiv construirt, indem er zwischen die Linsen eines Porträtobjectivs von etwas langer Brennweite eine schwach convexe Linse brachte, um die Brennweite zu verkürzen und einen grösseren Theil vom Bild (ein Interieur) auf die Platte zu bringen. Auch Sutton nahm 1861 bei der Construction seines neuen (von Goddard in London ausgeführten) Triplets darauf Rücksicht, dass das complete Triplet lichtschwächer war und correct zeichnet, während nach Entfernung der mittleren kleinen Zerstreuungslinse die Aufnahme von Porträten in sehr kurzer Zeit möglich war. Die hintere Linse allein war als Landschaftsapparat für eine grosse Bildfläche zu benützen[3]).

Es ist ein altes Experiment, dass man durch Ausschrauben der vorderen Linse eines Petzval'schen Porträtobjectivs und Einsetzen einer anderen Linse von kürzerer oder längerer Brennweite zwei Doppelobjective (ein lichtstärkeres und ein lichtschwächeres, tiefer arbeitendes) mit drei Linsen und einer Fassung erhalten kann. Der Erfolg war allerdings nicht sehr günstig.

Man kann auch an Stelle der Hinterlinse des Petzval'schen Porträtobjectivs eine Zerstreuungslinse setzen und hat nunmehr eine orthoscopische Combination von längerer Brennweite für Landschaften etc., denn die Vorderlinse ist beim Porträtobjectiv und Orthoscop so ziemlich gleich, in den Hinterlinsen liegt der Hauptunterschied.

Jamin war einer der ersten, welcher combinirte Porträt- und Landschaftsobjective mit drei Linsen construirte und sich dieselben patentiren liess. Er legte sie am 12. November 1855 der Pariser Photographischen Gesellschaft vor[4]). Mitten zwischen der vorderen und hinteren Linse des Porträtobjectivs brachte er eine Einrichtung für Central-Diaphragmen oder für eine dritte Linse an. Diese letztere konnte in Verbindung mit der Porträtlinse gebraucht werden oder nicht; ihren eigentlichen Dienst leistete sie in Verbindung mit der vorderen Linse, wenn diese als Landschaftslinse verwendet werden sollte. Sie kürzte die Brennweite so ab, dass man im gewöhnlichen Dunkelkasten ein scharfes flaches Bild erhielt, während die gewöhnliche ein-

---

1) Sitzung der französ. phot. Gesellsch. am 15. März 1856, aus Horn's Phot. Journ. 1856. Bd. 6, S. 17.

2) Bull. Soc. franç. 1856. S. 114. Kreutzer, Jahrb. f. Phot. 1856. S. 146.

3) Phot. Archiv. 1861. S. 4.

4) Bulletin de la Société franç. Phot. 1855. S. 341.

fache Linse die Anwendung einer ungewöhnlich langen Camera erforderte. Fig. 128 zeigt Jamin's gewöhnliche Porträtverbindung mit der Anordnung für Central-Diaphragmen oder der hinzukommenden Linse; Fig. 130 die orthoscopische oder doppelte Verbindung für Landschaften; Fig. 129 die einfache Linse mit grosser Brennweite für grosse Bilder (Landschaften[1]).

Bei Derogy's combinirtem Objectiv (patentirt in England am 20. April 1858[2]), ausgestellt auf der Londoner Weltausstellung 1862[3]) kommen zur gewöhnlichen Porträtverbindung noch zwei neue Linsen, eine um die Brennweite zu verlängern, die andere

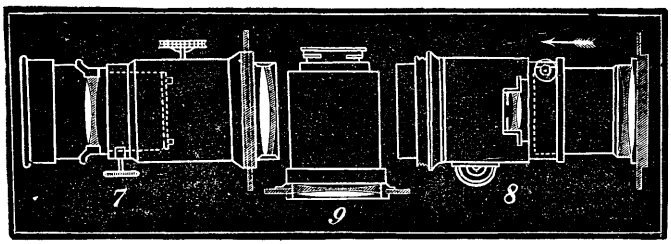


Fig. 128. Fig. 129. Fig. 130.
Jamin's Universal-Objectiv.

um sie zu verkürzen. Um ein kleineres oder grösseres Bild zu erhalten, trennt man die Linsen, was durch Hilfe von Bajonettverbindungen leicht geschieht, und fügt die Ergänzungslinse für grosse oder geringe Brennweite ein. Um sie als einfache Linse zu gebrauchen, werden sie getrennt, die rückwärtige Linse weggenommen und die vordere Linse verkehrt an die Stelle gebracht; um das Bild grösser oder kleiner zu machen, wird die eine oder andere Zusatzlinse genommen. Fig. 131 zeigt das zerlegte Porträtobjectiv, *a* ist der Kopf desselben, *b* die vordere Hälfte der Porträtver-

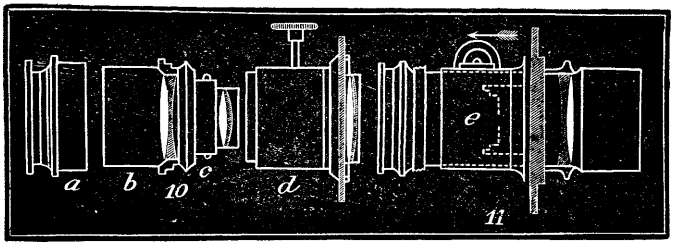


Fig. 131. Fig. 132.
Derogy's Universal-Objectiv.

bindung mit dem Bajonettverschluss, *c* Stellung der Central-Diaphragmen oder Zusatzlinsen, *d* rückwärtige Hälfte der Porträtverbindung, welche mit der vorderen Hälfte durch Bajonettverschluss verbunden ist; je nachdem man die Porträtcombination ohne und mit einer der beiden Supplementlinsen verwendet, erhält man drei Porträtcombinationen von verschiedenen Verhältnissen. Fig. 132 Objectiv für Landschaften, *e* Stellung der Diaphragmen oder Zusatzlinsen, um die Bilder zu vergrössern oder zu verkleinern, so dass dreierlei Brennweiten erzielt werden können.

1) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 121.
2) Abridgements of the Specifications relat. to Photogr. 1861. S. 114.
3) Vogel, Die Photographie auf der Londoner Weltausstellung 1862.

Sonach sind in diesem einen „sechs Objective“ verschiedener Leistung, drei für das Porträt und drei für die Landschaft, vereinigt und können mit einem solchen 79 mm-Objective, ohne dass der Standpunkt der Camera oder des Modells verändert wird, sechs Bilder verschiedener Grösse, zwischen 105 : 421 mm erzeugt werden.

Die Leistungen dieser Combinationen sind jedoch überwiegend sehr mangelhaft

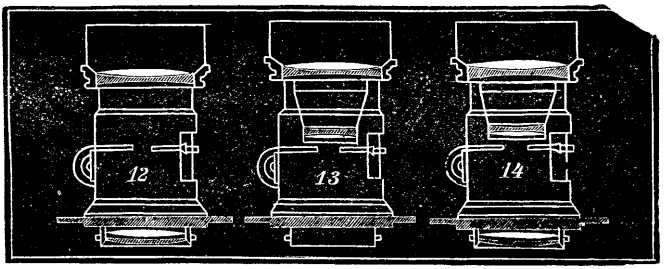


Fig. 133. Fig. 134. Fig. 135.

Slater's Universal-Objectiv.

Slater's Universal-Objectiv besteht aus einem Petzval'schen Porträtobjectiv mit dazwischen gebrachter Zerstreuungslinse. Fig. 133 zeigt Slater's gewöhnliche Porträtlinse mit Blenden; Fig. 134 dieselbe Verbindung mit einer achromatischen Zerstreuungslinse in der Mitte; Fig. 135 enthält nur die Vorder- und Mittellinse und bildet eine orthoscopische Linse[1]).

Melhuish's Universal-Objectiv bestand aus einer Vorderlinse *b*, Fig. 136, und einer rückwärtigen *a*, von der Einrichtung der Hinterlinse eines Petzval'schen Porträtobjectives, nur dass die rückwärtige Verbindung etwas grösser war als die vordere, wodurch eine gleichmässigere Beleuchtung des Gesichtsfeldes angestrebt wurde. In der Mitte zwischen beiden war eine kleine achromatische Linse *e* angebracht. Waren alle drei Linsen vereinigt und nur das Diaphragma *ed* entfernt, so hatte die Linse eine Brennweite = $4^3/_4$ Zoll und gab Stereoscopen und Porträte. Mit eingeschobenem Diaphragma *d* eignete sie sich zum Copiren und zu Vergrösserungen. Ohne die Mittellinse *e* erhielt man ein gewöhnliches Porträtobjectiv von 6 Zoll Brennweite. Wurde nur die Hinterlinse entfernt, dann das ganze Objectiv verkehrt angeschraubt, so erhielt man eine lange Brennweite (8 bis 9 Zoll) und eine Linse für Landschaften oder zum Copiren. Die alleinige Vorderlinse, verkehrt ange-

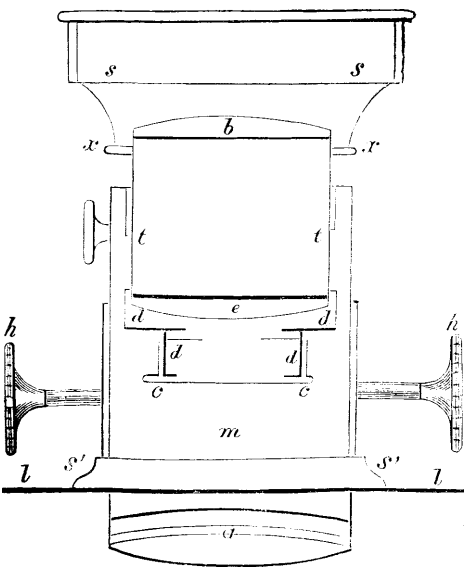


Fig. 136. Melhuish's Universal-Objectiv.

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1861. Bd. 3, S. 104.

schraubt und vor derselben mit Blenden versehen, gab eine einfache Landschaftslinse von 14 Zoll Brennweite.

Alle diese Constructionen, welche auf einer Ergänzung des Petzval'schen Porträtobjectivs durch Sammel- oder Zerstreuungslinsen beruhen, sind unvollkommen; ebenso die nach dem System der alten Triplets construirten „Universalobjective", welche alle Fehler der zu Grunde liegenden Construction in erhöhtem Masse aufweisen.

Aus diesem Grunde sind diese älteren Linsencombinationen gänzlich ausser Gebrauch gekommen.

VI. Anhang.

Photographiren auf grosse Distanzen [1]).

Befindet sich das Aufnahmeobject sehr weit entfernt vom Standpunkte des Photographen, so muss man sich einer Linse von sehr langer Brennweite oder einer Combination mit einem Fernrohre bedienen.

Es ist erwähnenswerth, dass bereits der Engländer G. Thomas zur Zeit des Krim-Krieges 1854 Aufnahmen auf etwa 5 km Entfernung mittels des Objectivglases eines Telescopes von 82,5 mm Durchmesser und 1,525 m Brennweite (unter Anwendung einer Blende von 25,4 mm) angefertigt hatte (Photographic News. 1886. S. 783).

Ueber diesen Gegenstand arbeiteten namentlich Lacombe und Matthieu und machten nähere Angaben (siehe „Bull. Belge de l'Assoc. Belge de Phot." 1886. S. 600; auch „Phot. Corresp." 1887. S. 255, mit Figuren). Ein Fernrohr wird genau in der optischen Achse vor das gewöhnliche photographische Objectiv einer Camera befestigt (mittels eines sog. Aermels). Matthieu wendete ein Fernrohr von 60 cm Auszugslänge und ein Kugelobjectiv von Darlot (No. 2) an. Als Aufnahmegegenstand diente ein Schloss, welches 1,2 km entfernt war. Zu der Aufnahme mit dem Objectiv allein waren 2 Secunden nothwendig, nach Vorsetzen des Fernrohres 90 Secunden; die durch letzteres bewirkte Vergrösserung war 14 fach.

Dr. Stolze empfiehlt hierzu einen Aplanat von 28 cm Brennweite, dessen Bild man innerhalb der doppelten Brennweite mit einem Aplanat von 4 cm Brennweite auffängt und vergrössert (Photographisches Wochenblatt. 1887. S. 7).

Trail Taylor schlägt im British Journal of Photographie, No. 1372, eine ähnliche Vorrichtung für Küstenaufnahmen vom Bord fahrender Schiffe aus vor. — Steinheil in München construirte im Jahre 1891 hierfür eine besondere Art photographischer Fernrohr-Objective.

---

1) S. Eder's Jahrbuch f. Photographie für 1888. II. Band, S. 452.

ELFTES CAPITEL.

SPIEGEL-OBJECTIVE.

Es war Porta schon vor 300 Jahren bekannt, dass das Linsensystem der Camera durch Hohlspiegel zu ersetzen sei, und dies führte nach der Erfindung der Daguerreotypie zu mehrfachen Versuchen, diese Aenderung einzuführen.

Im Allgemeinen sind dieselben Erwägungen massgebend, wie bei der Construction der Spiegel-Telescope[1]): folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über die Grösse des Lichtverlustes bei der Reflexion des Lichtes von Spiegeln aus verschiedenem Materiale, verglichen mit dem Lichtverlust in Linsenobjectiven:

Gegenstand	Helligkeit in Procenten	Lichtverlust in Procenten
Directes Licht	100,00	0,0
Silberspiegel	91,08	8,9
Glasspiegel mit Quecksilberbelag	76,50	23,5
Metallspiegel	67,18	32,8
Objectiv $\frac{34'''}{42''}$ (Fraunhofer)	76,00	24,0
Objectiv $\frac{21'''}{21''}$ (Steinheil)	86,67	13,3
Crownglasprisma 50''' Oeffnung	77,00	23,0

Hieraus ist ersichtlich, dass auf solche Weise hergestellte Silberspiegel mehr Licht reflectiren als rechtwinklige Glasprismen und dass sie bei doppelter Reflexion noch mehr Licht haben als ein Fraunhofersches Objectiv, endlich, dass sie nach drei Reflexionen noch mehr Licht besitzen als Metallspiegel nach einmaliger Reflexion. Man kann sonach,

1) S. Klein, Centralzeitung für Optik u. Mechanik. 1881. Bd. 2, Heft 17 u. 18.

nach Steinheil, durch Anwendung von Silberspiegeln Reflexionsinstrumente erhalten, die unseren Achromaten an Helligkeit bei gleicher Oeffnung voraus sind.

Polirte Silberspiegel (Stokes), sowie chemisch versilbertes Glas (Cornu) reflectiren nur die weniger brechbaren Strahlen, löschen aber die ultravioletten aus (resp. lassen sie hindurch). Eine stark versilberte, für das Auge undurchsichtige Platte von Bergkrystall oder reinstem Glas, lässt aber den grössten Theil der ultravioletten Strahlen durch. Man hat somit ein ausschliesslich für dunkle Strahlen durchlässiges Lichtfilter, das man zum Photographiren benutzen kann, selbst wenn kein Strahl sichtbaren Lichtes zugegen ist (de Chardonnet[1]). In dieser Weise kann man Photographien von Gegenständen erhalten, die von unsichtbarem Lichte beleuchtet werden.

Platin gibt in Schichten, selbst wenn sie durchsichtig erscheinen, einen ausgezeichneten Spiegel für ultraviolette Strahlen ab (Cornu).

Beard verwendete (1841) zu photographischen Zwecken statt der Linsen einen Hohlspiegel von 7 Zoll Oeffnung und 12 Zoll Brennweite, der, in einem passenden Kasten an der Rückseite befestigt, mit der

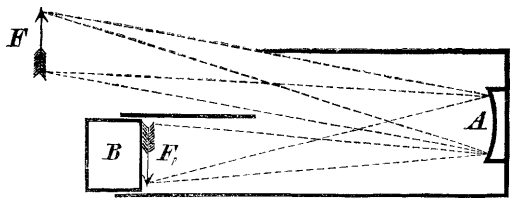


Fig. 137. Draper's Camera mit Spiegel-Objectiv.

Spiegelfläche gegen das Object gekehrt war und so in der Vereinigungsweite der Strahlen ein Bild von demselben entwarf[2]). Auch Lechi[3]) und Draper[4]) liess das Linsenobjectiv weg und reflectirte das Bild durch einen elliptischen Spiegel auf die Platte.

Fig. 137 zeigt die Draper'sche Camera mit Spiegel-Objectiv. Der Hohlspiegel *A* befindet sich in einem Kasten; das Bild des Gegenstandes *F* fällt in die Camera, wird nach *F'* geworfen, woselbst bei *B* die empfindliche Platte sich befindet.

Zenger in Prag kam in neuerer Zeit wieder auf die Spiegel-Objective zurück. Er wendete versilberte Glasspiegel von einer zur Oeffnung verhältnissmässig grossen Brennweite zum Photographiren an, um folgende Vortheile zu erzielen: 1. Absoluteren Achromatismus der

1) Compt. rend. Bd. 94, S. 1171. Naturforscher. 1882. S. 259.

2) Dingler's Journ. 1841. Bd. 79, S. 229. Beard nahm auf seine Erfindung sogar ein Privilegium (Repertory of Patent-Inventions. März 1841. S. 137).

3) Schmidt, Handbuch der Photographie. 1852. S. 15.

4) Snelling's Dictionary of the photogr. art. 1854. S. 207.

Bilder, indem die Farbenzerstreuung gänzlich wegfällt. 2. Reduction der Abweichung wegen der Form auf ein Minimum. Bei Landschaftsaufnahmen ist für gleiche Oeffnung und Brennweite die sphärische Abweichung nahezu 9 mal kleiner für einen Hohlspiegel als für eine Linse. 3. Absolutes Zusammenfallen des optischen und chemischen Brennpunktes des Spiegels. — Auch soll die Absorption der chemisch wirksamen Strahlen geringer als bei Glaslinsen sein.

Zenger hielt namentlich eine Combination von einem Concavspiegel mit einem Convexspiegel für vortrefflich geeignet zur Vergrösserung photographischer Aufnahmen und für Astrophotographie und sie sollte bessere Dienste leisten als ein äquivalentes Linsensystem [1]). Honickel [2]) fand aber die Leistung der Zenger'schen Objective nichts weniger als tadellos.

Die Photographie mit Spiegeln brachte für die praktische Photographie, abgesehen von den rein physikalischen Methoden, wenig Nutzen

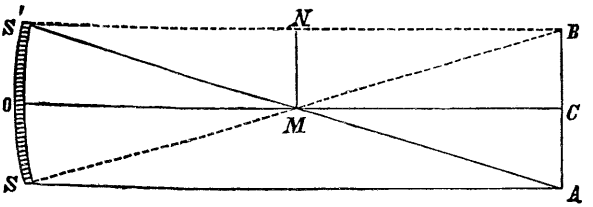


Fig. 138.

mit sich, insbesondere wegen der Schwierigkeit beim Einstellen und der Unmöglichkeit auf grossen Platten zu operiren, ohne den Spiegel enorm zu vergrössern.

Für specielle wissenschaftliche Zwecke versuchte Prof. D. Mach in Prag mit bestem Erfolge einen grossen sphärischen Concavspiegel (aus versilbertem Glas) für Photographien abgeschossener Projectile und der dabei entstehenden Luftwellen nach der Schlierenmethode. Das von dem Krümmungsmittelpunkt C, Fig. 138, ausgehende Licht wird wieder sehr genau in den Krümmungsmittelpunkt zurückgeworfen. Für diesen Fall ist das optische System sehr vollkommen. Rückt der leuchtende Punkt A um das mässige Stück CA aus der Achse, so sammelt sich das Licht noch mit hinreichender Genauigkeit in B, wobei $CB = CA$. Das in Wirklichkeit stets ausgedehnte Bild B vor der photographischen Kammer kann man nun zur Hälfte abblenden, ohne ein ungleich-

1) Phot. Archiv. 1875. S. 99; aus Sitzungsbericht der böhmisch. Gesellsch. der Wissensch. zu Prag vom 3. Juli 1874.

2) Phot. Corresp. 1879. S. 165.

mässiges Feld zu erhalten. In meinem Fall war $SS' = AB = 16$ cm. $CO = 3$ m. Das auf Schlieren zu untersuchende Object wurde nach MN gebracht, so dass noch immer die Hälfte der Spiegelöffnung als Gesichtsfeld zu Gebote stand, ohne dass das Licht zweimal durch dasselbe Object ging, wodurch sich störende Doppelbilder ergeben hätten. Die Photographien gelangen auf diese Weise vorzüglich.

Die Anordnung des Schlierenapparates kann auch zur Untersuchung der Körper auf Doppelbrechung angewendet werden, wenn man das auf den Kopf fallende Licht durch ein Nikol schickt und vor den Kopf der photographischen Kammer statt der Blendung ein zu ersterem gekreuztes Nikol stellt. Auch in diesem Falle bietet der Spiegel bedeutende Vortheile vor einem dioptrischen System. Unter den Prof. Mach zur Verfügung stehenden Objectiven fand derselbe keines ohne Doppelbrechung; alle zeigten zwischen gekreuzten Nikols ein dunkles Kreuz auf hellem Grunde. Lässt man jedoch das auf den Spiegel fallende Licht bei A und B durch gekreuzte Nikols gehen, so ist das Gesichtsfeld sehr schön gleichmässig dunkel und ein in passender Orientirung nach MN gebrachter doppeltbrechender Körper tritt leuchtend auf dunklem Grunde hervor (Eder's Jahrbuch f. Photographie für 1890. S. 108).

ZWÖLFTES CAPITEL.

SPIEGEL UND PRISMEN ZUR UMKEHRUNG DES BILDES.

Gewisse photographische Processe verlangen, dass das Bild in der Camera verkehrt erscheint, d. h. dass das Rechte nach links und umgekehrt erscheint, worüber schon auf Seite 32 Erwähnung geschah.

Dies ist z. B. bei der Daguerreotypie und dem Lichtdrucke der Fall. Anfangs stellte man einfach einen Spiegel unter einem Winkel von 45 Grad vor das Objectiv. Dies brachte aber manche Unzukömmlichkeiten mit sich.

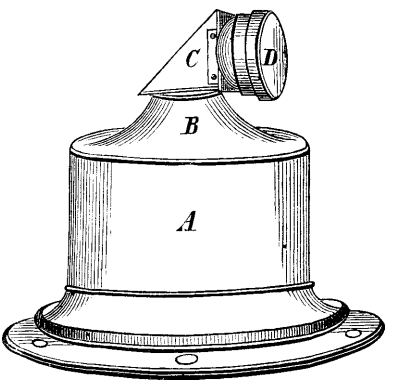


Fig. 139.
Daguerreotypapparat mit Umkehrungs-Prisma.

Trotzdem wurden Glasspiegel noch bis in die fünfziger Jahre zum Umkehren der Bilder verwendet und verschwanden erst nach und nach.

Glasspiegel geben ausserdem für alle schräg auffallenden Strahlen ein sehr deutliches Bild von der Vorderfläche des Glases, welches zuletzt sogar das hellere Bild wird.

Die Einführung rechtwinkeliger, total-reflectirender, achromatischer Glasprismen legte bereits Cauche am 11. November 1839 der Pariser Akademie der Wissenschaften vor, welche vor den Glasspiegeln den Vorzug der grösseren Bildschärfe hatten.

Besser noch sind Glasprismen mit versilberter oder mit Quecksilberamalgam belegter Hypothenuse, welche zuerst Ch. Chevalier im Jahre 1841 [1]) einführte. Später zog man vor, die Hypothenuse zu versilbern.

1) Bullet. de la Soc. d'encouragement. 1841. S. 467; Acad. des Sciences. 26. Juli 1841.

Die Vorzüge der Prismen erkannte man in der photographischen Praxis bald [1]). Fig. 139 zeigt eine einfache Linse, welche mit einem Prisma *C* verbunden ist, in jener Zusammenstellung, welche zur Zeit der Daguerreotypie üblich war. Bei *D* konnte der Apparat geöffnet und geschlossen werden.

Glasprismen, welche durch totale Reflexion (also nicht als Spiegel und ohne versilberte Hypothenuse) wirken, sind zur Umkehrung des photographischen Bildes unbrauchbar, weil das Prisma im Verhältniss zum Objectiv eine ganz colossale Grösse haben müsste und ferner das Bild sehr ungleichmässig hell im Apparat erschiene [2]). Deshalb finden die Prismen mit versilberter Hypothenuse allgemein Anwendung.

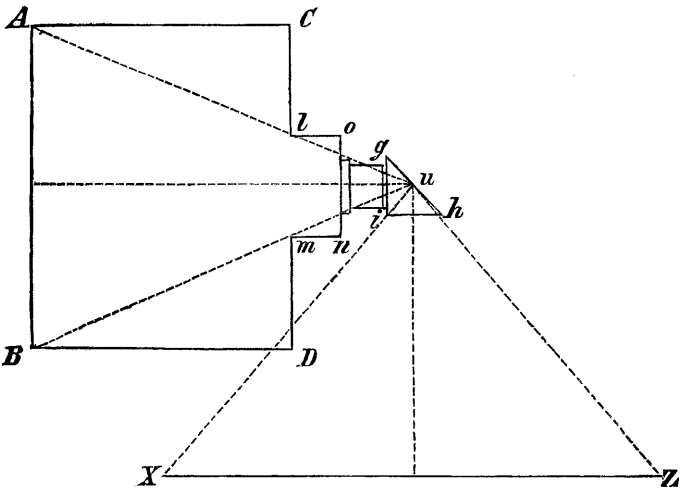


Fig. 140. Reflexions-Prisma.

Die Grösse der wirksamen Oeffnung, die man einem Prisma lassen darf, ändert sich mit dem Winkel des benützten Gesichtsfeldes, wenn stets das falsche Licht ausgeschlossen werden soll. Mit der Zunahme des Gesichtsfeldes wird die Anwendung der Prismen immer ungünstiger. Vortheilhaft in dieser Beziehung ist jedoch der Umstand, dass für Reproduction, für welche hauptsächlich die Prismen angewendet werden, ein grosses Gesichtsfeld nicht nöthig ist, da die Grösse der Blätter auch bei kleinerem Gesichtsfelde durch Anwendung eines Apparates mit längerer Brennweite erzielt werden kann.

Das Reflexions-Prisma oder Umkehrungs-Prisma ist rechtwinkelig; der eine Winkel ist nämlich 90 Grad, die beiden andern 45 Grad.

1) Valicourt, Nouveau manual complet de photographie. 1851. S. 13.
2) Stolze, Phot. Wochenbl. 1881. S. 81.

Fig. 140 zeigt die Stellung des Prismas am Apparat. *AB* ist die Visirscheibe, *ghi* das Prisma, *XZ* der aufzunehmende Gegenstand. Die Camera muss meistens einen nach der Grösse des Gegenstandes verschieden langen Vorbau *lmno* erhalten, damit die vordere Ecke der Camera *D* nicht in die Bildfläche geräth, wie man auf der Zeichnung sehen kann. Die äussersten Lichtstrahlen *uA* und *uB* müssen gleichfalls noch ungestört ins Objectiv und auf die Visirscheibe gelangen können[1]).

Um das Parallel-Stellen der ersten Prismenfläche mit dem Objecte zu erleichtern, wird meistens dem Prisma eine Drehvorrichtung bei-

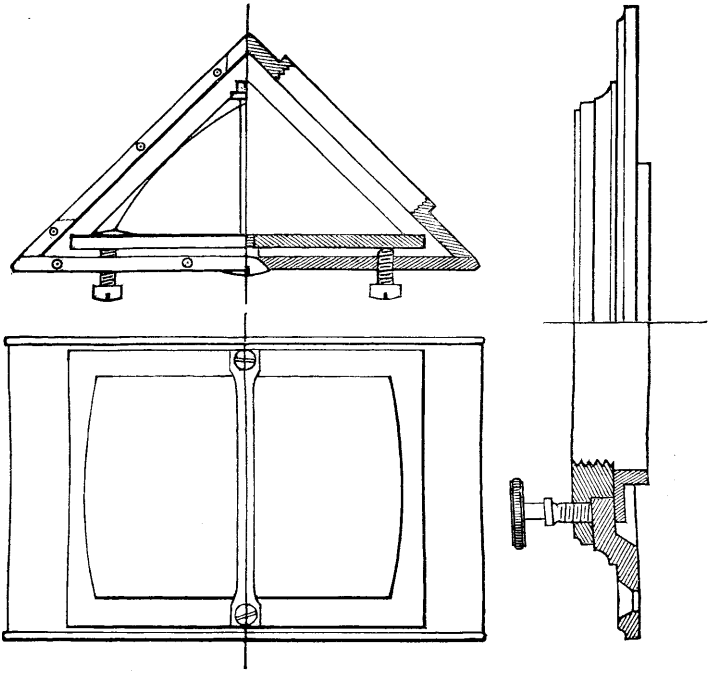


Fig. 141. Steinheil'sches Umkehrungs-Prisma mit Drehvorrichtung.

gegeben, welche gestattet, das Objectiv mit dem Prisma um seine Achse zu drehen und in jeder Lage festzuklemmen.

Fig. 141 zeigt ein Steinheil'sches Umkehrungs-Prisma mit Drehvorrichtung.

Romain Talbot in Berlin lässt „Negativ-Umkehrungsapparate" ähnlicher Construction mit Prisma, dessen Hypothenusenfläche im Innern aus einem Spiegel besteht, anfertigen[2]), deren Form Fig. 142 zeigt.

1) Schnauss, Photogr. Lexicon. 1881. Husnik, Phot. Corresp. 1880. S. 15.
2) Schnauss, Photogr. Lexicon. 1881. S. 374.

Die drei sichtbaren Schräubchen dienen zur Regulirung der Stellung des Prismas. Die Stellung desselben ist eine richtige, sobald das durch das Objectiv erzeugte Lichtbild auf der Visirscheibe vollständig kreisrund ist.

Zeigt sich, dass, während die Mitte scharf eingestellt ist, die verschiedenen Ränder ungleich scharf erscheinen, so ist der Fehler entweder darin zu suchen, dass das Object, oder das Objectivbrett, oder die matte Scheibe nicht senkrecht ist, oder dass die Längenseite der Camera nicht gehörig mit dem Staffeleibrette parallel steht, oder dass die Camera nicht gehörig horizontal steht.

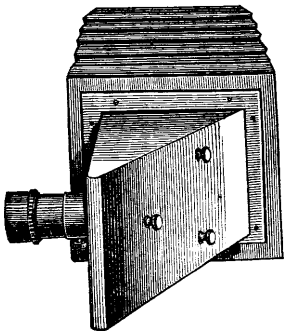


Fig. 142.
Talbot's Negativ-Umkehrungsapparat.

Für die Anwendung eines Umkehrungs-Prismas sind Apparate mit kleinen Linsen, wie die Steinheil'schen Landschafts- oder Weitwinkel-Aplanate, besonders geeignet, sobald sie, wie die letzteren, correcte Bilder von grossem Format geben.

In neuerer Zeit (1891) gibt Dr. Steinheil seinem Landschafts-Objectiv-Einsatz ein Umkehrungsprisma bei, welches sich unmittelbar am Objectivbrett befindet, während an der Aussenseite, ähnlich wie in Fig. 142 angedeutet ist, die verschiedenen Objective sich befestigen lassen.

Die richtige Grösse der Umkehrungsprismen ist in der Dr. Steinheil'schen Tabelle auf S. 33 dieses Bandes enthalten.

Das Reflexionsprisma kann auch im Innern des Objectivs selbst (zwischen Vorder- und Hinterlinse) angebracht werden. Das als Linsenfassung dienende Rohr ist dann gebrochen. Die Prismen können dann sehr kleine Dimensionen haben (Stolze), aber nicht mit jedem Objectiv verwendet werden.

Wenn man mit Spiegeln oder Prismen arbeitet, darf man nicht vergessen, dass die Exposition länger genommen werden muss, als ohne dieselben. Darauf ist schon in den ältesten Handbüchern der Photographie aufmerksam gemacht und der Unterschied auf ungefähr $^1/_3$ zu schätzen.

Die vielen Vorsichtsmassregeln, welche man bei der Anwendung der Umkehrungs-Prismen einzuhalten gezwungen ist, sowie die Unmöglichkeit, das Prisma an jeden, insbesondere an grossen Objectiven, anzubringen, ist die Ursache, dass Viele verkehrte Negative lieber durch Exposition der empfindlichen Platten durchs Glas hindurch vorziehen.

DREIZEHNTES CAPITEL.

DIE DIAPHRAGMEN ODER BLENDEN DER OBJECTIVE. — ANGABE DER RELATIVEN BELICHTUNGSZEITEN AN DEN BLENDEN.

I. Allgemeine Bemerkungen über die Wirkung der Blenden.

Man versteht unter Blenden oder Diaphragmen der Linsen durchbrochene Schirme, welche zumeist den Zweck haben, den Durchmesser des Lichtbüschels in der Achse zu vermindern und für ein ausgedehnteres Bild gleichmässige Helligkeit und Schärfe zu erzielen. Die Blenden befinden sich theils vor dem Objective (z. B. bei der einfachen Landschaftslinse), oder hinter demselben (beim Orthoscop), oder bei Doppelobjectiven stets am besten zwischen der Vorder- und Hinterlinse.

Die Blenden sind von hoher Wichtigkeit, um gewisse Linsenfehler (Kugelgestaltsfehler, Astigmatismus) zu beseitigen oder zu vermindern.

Durch die Einschaltung von Centralblenden, welche die Randstrahlen vom Objective abhalten, wird erzielt:

1. dass die Schärfe des Bildes sich über eine bedeutend grössere Fläche auf der Visirscheibe (Bildebene) erstreckt;

2. dass die Tiefe der Schärfe im Bilde bedeutend zunimmt, wodurch dann gleichzeitig die Krümmung des Bildfeldes unschädlich gemacht wird;

3. dass die Lichtvertheilung im Bilde eine gleichmässigere ist[1]);

4. gleichzeitig nimmt aber infolge der Verminderung der wirksamen Oeffnung der Linsenflächen durch die Einführung von Centralblenden die Helligkeit des Bildes in der Camera ab und ist verkehrt proportional dem Quadrate des Blendendurchmessers (s. u.).

1) S. Dr. Stolze, Eder's Jahrbuch f. Photographie für 1890. IV. Jahrgang. Seite 266.

Bei nicht aplanatischen Objectiven, welche Kugelgestaltsfehler zeigen, vereinigen sich die Randstrahlen und Centralstrahlen nicht zu demselben Brennpunkte und deshalb geben solche Linsen (wie die einfache Landschaftslinse, das Kugelobjectiv, das Busch'sche Pantoscop) mit voller Oeffnung verwaschene Bilder[1]). Schneidet man durch eine Blende die Randstrahlen des Büschels ab, so erhält man ein schärferes Bild, welches eine um so grösser ausgedehnte scharfe Bildfläche gibt, je kleiner die Blende ist. Es erhöht sich durch die Anwendung kleiner Blenden aber auch bei den aplanatischen Linsen (dem eigentlichen Aplanat, Euryscop, Rectilinear, ferner bei den auf sphärische Abweichung corrigirten Porträtobjectiven, dem Anastigmat, Triplet etc.) die Schärfe des Bildfeldes über eine grössere Fläche, wie z. B. aus den Tabellen auf Seite 74, 94 und 98 hervorgeht.

Es gibt jedoch auch eine Grenze jener Vortheile, welche durch die Verminderung der Blendendurchmesser geboten werden: Erstens steht der Lichtverlust und folglich die Verlängerung der Belichtungszeit im Verhältniss zu dieser Verminderung.

Ausser dem Lichtverlust tritt bei der Wahl allzu kleiner Blenden noch eine andere Unannehmlichkeit ein, welche man nur zu oft nicht beachtet. Wenn die Oeffnung auf ihr Minimum verringert wird, so verliert das Bild viel von seinem Relief. Das Bild erhält weniger Kraft, weniger Relief, die verschiedenen Partien des Bildes im Vorder- und Hintergrunde sind gleichmässig scharf und die Effecte der Distanz verschwinden. Die Gegenstände scheinen zusammengedrückt und das Bild sieht eher aus wie eine Art Landkarte als wie ein Gemälde, welches ein gewisses Relief und Perspective haben soll. Bei Landschaftsaufnahmen etc. schadet allzu kleine Blendung dem künstlerischen Effecte, während bei Reproduction von Zeichnungen etc. die Deutlichkeit durch Beugung des Lichtes leidet.

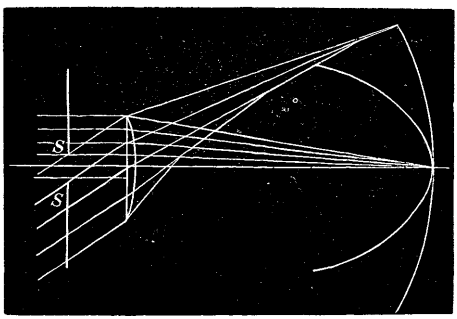


Fig. 143. Einfluss der Blendung auf die Krümmung der Bildfläche.

Verkleinert man die Blenden unter eine gewisse Minimal-Grenze, welche beiläufig bei $\frac{f}{100}$ bis $\frac{f}{120}$ liegt[2]), so treten Beugungserscheinungen ein, welche das Bild unscharf machen. Allzu viel schadet also auch hier.

Die günstigste Stellung der Blenden ist bei den verschiedenen Objectiven verschieden, wie bereits auf Seite 56 und 140 erwähnt wurde.

Die Distanz der Blenden von der einfachen Linse hat auch Einfluss auf die An- oder Abwesenheit eines centralen Lichtfleckes. Derselbe entsteht infolge ungünstiger Blendenstellung und erscheint als helles Bild der Blendenöffnung auf der matten

---

1) Bei Objectiven, bei welchen der Kugelgestaltsfehler nicht vollkommen beseitigt ist, ergibt sich aus der oben genannten Ursache mitunter die Erscheinung, dass die Brennweite mit der Blendengrösse variirt. Bei Anwendung grosser Blenden ist die Lage der Visirscheibe beim Einstellen etwas anders als bei kleinen Blenden. Gut corrigirte Objective zeigen diesen Fehler nicht.

2) D. h. der Blendendurchmesser beträgt $^1/_{100}$ bis $^1/_{120}$ des Focus (f).

Scheibe; es entsteht nämlich ein reflectirtes Bild der Oeffnung, welche mit dem Brennpunkte zusammenfällt. Eine kleine Aenderung in dem Abstande der Blende beseitigt den Fehler.

Die Blende macht auch das Bildfeld flacher. Wie sehr eine vor einer einfachen Linse angebrachte Blende das Bildfeld flacher macht, zeigt Fig. 143. Das mehr gekrümmte Gesichtsfeld erhält man beim Gebrauch des mittleren Theiles der Linse allein (also z B. auch bei unmittelbarer Annäherung der Blende SS an die Linse); das flachere beim Gebrauch der Blendung bei SS. Es werden nämlich alle jene Strahlen aufgefangen, welche zu kürzeren Brennpunkten kommen.

II. Form und Construction der Blenden.

Die Form und Construction der Blenden ist verschieden. Alle sollen jedoch fein abgeschärfte Ränder haben und gut geschwärzt sein, damit sie nicht zu falschen Lichtreflexen Veranlassung geben.

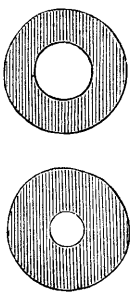


Fig. 144. Blenden.

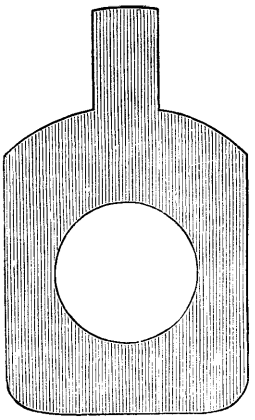


Fig. 145. Blende.

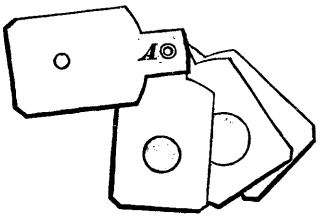


Fig. 146. Blenden.

In früherer Zeit hatten die Blenden die Form von runden Scheibchen, welche entweder vor, hinter oder zwischen die Linsen befestigt wurden, was bereits auf Seite 140 beschrieben wurde (siehe Fig. 144).

Bei Doppelobjectiven mussten ursprünglich die Blenden in Form von Scheibchen an ein zwischen den Linsen befindliches Rohr gesteckt werden. Bei den Petzval-Voigtländer'schen Porträtobjectiven musste die eine Linse jedesmal abgeschraubt, die Blende eingesetzt und dann wieder aufgeschraubt werden. Von ungeübten Händen wurde hierbei nicht selten die richtige Lage des Brennpunktes und der Centrirung der Linsen gefährdet.

Viel praktischer sind die Schieber- oder Coulissenblenden, Fig. 145, welche durch einen Schlitz in die Fassung eingeführt und leicht gewechselt werden können.

Solche Blenden wendete schon Archer 1853 an, sie wurden später besonders von Waterhouse empfohlen und auch häufig Waterhouse-Blenden genannt. Im Jahre 1859 versah Voigtländer seine Porträtobjective auch schon mit Centralblenden.

Für den Landschafter ist es gut alle Blenden zusammen, um einen Stift bei *A* drehbar (Fig. 146), gefasst zu haben, weil beim Arbeiten im Freien leicht eine oder die andere der Blenden verloren gehen kann.

Bei kleineren Objectiven, namentlich Weitwinkel-Linsen, wendet man sog. Rotationsblenden (auch Revolverblenden genannt) an[1]), welche aus einer drehbaren geschwärzten Metallscheibe bestehen und an der Peripherie mit verschieden grossen Blendenöffnungen versehen sind, wie bereits im Vorhergehenden auf S. 77 u. 101 abgebildet worden war.

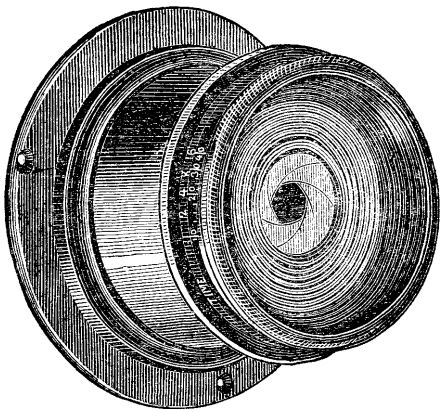


Fig. 147. Irisblende.

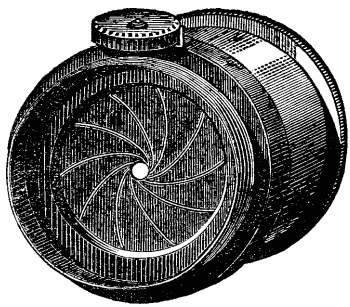


Fig. 148. Irisblende.

In neuerer Zeit erfreuen sich die Iris-Blenden einer grossen Beliebtheit[2]), namentlich bei kleineren Objectiven.

Obschon die Iris-Blende bereits in der ersten Hälfte der 1860iger Jahre von praktischen Optikern, z. B. von Harrison und Schnitzer in New-York, beim Orthoscop für photographische Objective verwendet wurde, so bürgerte sich dieselbe dennoch erst um das Jahr 1889 bis 1890 in die photographische Praxis ein.

---

1) Die Rotationsblenden bei photographischen Objectiven scheint zuerst J. B. Davier im Jahre 1856 eingeführt zu haben; er erwähnt dieselben in einem ihm im September 1856 verliehenen Patente als Neuheit. Die Rotations- oder Revolverblenden sind gegenwärtig bei Objectiven mit kleinen Linsen sehr beliebt.

2) Dieselben waren zuerst von Charles Chevalier im Jahre 1840 der Pariser Société d'encouragement vorgelegt worden. Nottone im Jahre 1856 (Phot. Journ. Soc. Lond. Bd. 3, S. 165), Jamin (Bull. Soc. franç. 1857. S. 178), Quinet (ibid. 1860. S. 31) empfehlen ähnliche Iris-Blenden.

Das Iris-Diaphragma hat die Aufgabe, das Objectiv vom Rande nach seiner Mitte zu allmählich und nach beliebigem Masse abzublenden. Die Einrichtung geht aus Fig. 147 und 148 hervor; in beiden Fällen ist der Durchmesser der Blende äusserlich an einer Gradeintheilung abzulesen; bei einigen dieser Constructionen (Fig. 147) ist auch die der Blendenöffnung entsprechende Expositionszeit angegeben. Die Einrichtung dieser Construction ist auch aus Figur 60, 61 und 96 ersichtlich.

A) Viereckige Blenden.

Quinet sowie Bertsch versahen 1860 das Porträtobjectiv mit Blenden von rechtwinkeliger Oeffnung. Dieselben sollten eine viel grössere Menge unnützes Licht abhalten. Die Gebrüder Diguey setzten dieses Diaphragma aus zwei Kupferplatten zusammen, welche einander genähert und übereinander gelegt werden konnten, wodurch die Blendenöffnung regulirt werden konnte; ein eingetheilter Nonius zeigte den jeweiligen Durchmeser des Diaphragmas an[1]); eine ähnliche Construction hatte übrigens schon Noton 1856 angegeben[2]).

Die viereckigen Blenden sind nicht zu empfehlen, denn die Blenden sollen die Randstrahlen abschneiden und müssen deshalb stets kreisrund sein; die Randstrahlen geben nämlich stets ein etwas anders gelegenes Bild, als die centralen. Deshalb sollen die Centralblenden immer rund sein. (Ueber viereckige Lichtblenden vor den Linsen s. S. 185.)

B) Blenden mit zwei oder mehr Oeffnungen.

Man hat auch Blenden mit zwei Oeffnungen construirt, welche bewirken, dass auf der matten Scheibe ein Bild erscheint, welches beim unscharfen Einstellen verworren und doppelt ist, beim scharfen Einstellen aber ganz deutlich hervortritt und mit einfachen Conturen erscheint. Diese Blenden haben keinerlei Vortheil; nichts destoweniger wurden sie wiederholt angewendet[3]), weil man glaubte, dadurch in einem einzigen Bilde einen stereoscopischen Effect zu bekommen, was aber irrthümlich ist.

Die Anwendung von Blenden mit doppelten Oeffnungen zur angeblichen Erzielung stereoscopischer Effecte war schon am 15. September 1855 im Journal der Photogr. Society of Great Britain von Norman beschrieben[4]). Später wurde angegeben, dass mit einer solchen Blende die Sache nicht möglich sei, wenn man bloss eine Platte aufnimmt. Deckt man aber bei einer Aufnahme die linke Seite des Objectivs bis auf $^1/_4$ zu, dann bei einer neuen Aufnahme die rechte Seite, so geben beide Bilder im Stereoscop-Apparat einen stereoscopischen Effect[5]).

C. H. Lehmann nahm sogar 1878 ein deutsches Patent auf Blenden mit zwei Oeffnungen, welche Fig. 149 zeigt. Er erklärte als wesentlich, dass der Abstand

---

1) Bulletin Soc. franç. Phot. 1860. Bd. 6, S. 29. Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1860. S. 38.

2) Journ. Phot Soc. London. Bd. 3, S. 165. Kreutzer, Jahrber. f. Phot. 1856. Seite 147.

3) An gewissen Stellen zeigen sich mitunter trotz aller Vorsicht Doppelconturen.

4) Phot. Mitth. Bd. 15, S. 181.

5) Ebenda Bd. 7, S. 298; Bd. 15, S. 37.

dieser Oeffnungen möglichst dem Abstand der beiden Pupillen des menschlichen Auges (circa $6^1/_2$ cm) gleich sei. Dadurch sollte eine grosse Plastik, ähnlich wie bei Stereoscopbildern, erzeugt werden [1]).

Gliese behauptet, Lehmann's Blenden durch eine Centralblende mit vier Oeffnungen und mehr übertreffen zu können [2]). Fig. 150 zeigt eine seiner Blenden.

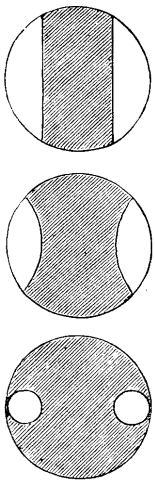


Fig. 149.
Lehmann's Blenden.

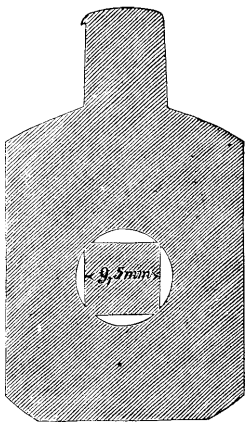


Fig. 150.
Gliese's Blenden.

Mitschell schlug vor, kleinere Blenden mit einem Ring kleiner Oeffnungen zu umgeben, um sie lichtstärker zu machen, indem er behauptete, dass die Schärfe so gut wie gar nicht darunter leide [3]).

Diese Angaben sind in sich haltlos und durch die Theorie durchaus widerlegt. Durch dieses Mittel kann ungefähr das erzielt werden, wie durch die Vertauschung der Blenden während der Exposition [4]).

Dr. Stolze empfahl schräge Centralblenden mit elliptisch erweitertem Blendenschlitz; der Zweck ist die bessere Vertheilung des Lichtes im Bildfelde, im selben Sinne wie dies bei Sutton's Wolkenblende der Fall ist. Durch die seitliche elliptische Erweiterung wird eine günstigere Beleuchtung des Bildrandes erzielt; er selbst zog jedoch die Anwendung von Sternblenden vor.

III. Entfernung der Blenden während der Exposition.

Bei Benutzung kleiner Blenden ist die Lichtkraft der Objective gering. Oft begnügt man sich z. B. bei Landschafts- oder Porträt-Aufnahmen mit einer mässigen Schärfe und sucht die Exposition dadurch abzukürzen, dass man nur einen Theil der nöthigen Expositionszeit mit der eingesetzten kleinen Blende belichtet, dann die Blende herauszieht und nun mit voller Oeffnung kurze Zeit exponirt. Dadurch wirkt das Licht kräftig auf die empfindliche Platte ein und gibt dem durch die vorhergehende Exposition mit Blende scharf gezeichneten Bilde die nöthige Kraft.

Selbstverständlich sind derartig erhaltene Photographien niemals so scharf als solche, welche die volle Exposition mit der kleinen Blende

---

1) Phot. Wochenbl. 1878. S. 286.

2) Ebenda S. 299.

3) Brit. Journ. Phot. 1881. S. 453. Phot. Wochenbl. 1881. S. 305.

4) Phot. Wochenbl. 1881. S. 306.

haben. Immerhin wurde dieser Weg mehrfach von Praktikern eingeschlagen, um die Exposition bei Porträten auf etwa die Hälfte abzukürzen [1]) und ist noch hier und da in Benützung.

IV. Die „Lichtblenden" und „Wolkenblenden".

Ausser den Centralblenden, welche die Schärfe vermehren sollen und stets kreisrund sein müssen, können mit Vortheil noch „Lichtblenden" vor dem Objective angebracht werden. Dieselben sollen nur jene Lichtstrahlen abschneiden, welche gar nicht bei der Erzeugung des Bildes mitwirken. Bei Porträtobjectiven, bei welchen nur selten Centralblenden angewendet werden, die so klein sind als $^1/_3$ der Oeffnung, ist die „Lichtblende" selten mit Nutzen anzuwenden. Dagegen wird sie sich ganz vortrefflich zu Landschafts-Aufnahmen eignen. Ja die grosse Brillanz der mit einer einfachen Linse aufgenommenen Landschaften rührt grossentheils daher, weil ein zweimal gespiegeltes Reflexbild entsteht.

Eine derartige Lichtblende mit länglicher Oeffnung (Fig. 151) schlug schon Adolf Fischer 1861 vor[2]), um im photographischen Apparat ein ähnliches Bild zu erhalten, wie im menschlichen Auge. Er hatte die Ansicht, dass bei einem Porträt z. B. nicht nur die seitwärts liegenden, sondern auch die über dem Kopfe und unter dem Kinn befindlichen Massen in das Kinn gezogen werden, was demselben einen aufgeschwollenen Ausdruck verleihe, was namentlich bei grösseren Apparaten eintrete. Verdecke man aber das Objectiv von aussen mittels einer vorzuschiebenden Blendung nahe am Glase, so sei dieser Uebelstand beseitigt und das Bild werde plastischer, weshalb er diese Blende stereoscopische Blende nannte. Zwischen den Gläsern blendete er wie gewöhnlich mit runden Blenden.

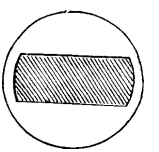


Fig. 151. Fischer's stereoscopische Blende.

Unsere Bilder sind fast ausnahmslos von viereckiger Form, während die Querschnitte unserer Objective kreisrund sind. Es wird somit nur ein gewisser Theil der Linsen für das Bild benützt. Der übrige Theil des Objectives, welcher nicht für das viereckige Bild ausgenutzt wird, wirkt schädlich, weil er unnützes, ja sogar schädliches Licht in die Camera wirft, welches leicht durch Reflexion einen Lichtschimmer erzeugt, der der Brillanz und Klarheit schädlich ist.

Stolze empfahl die vor das Objectiv gesetzten viereckigen Lichtblenden, um fremdes Licht abzuhalten. Er will jedes Objectiv mit so viel Lichtblenden versehen, als es runde Centralblenden hat[3]). Diese viereckigen Lichtblenden vor der Linse sind nicht zu verwechseln mit viereckigen Centralblenden, gegen welche sich Stolze ausspricht[3]).

Furnell schlug vor, die viereckigen Lichtblenden hinter dem Objectiv im Innern der Camera anzubringen[4]).

---

1) Phot. News. 1873. S. 441 und 1875. S. 33.
2) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5, S. 4.
3) Phot. Wochenbl. 1881. S. 225, 239.
4) Pot. Wochenbl. 1887. S. 322; aus Brit. Journ. of Phot. 1881. S. 322.

Blenden, welche vor das Objectiv gesteckt werden, um fremdes Licht abzuhalten, sind besonders für die Landschafts-Photographie von Werth. Vom Himmel kommt immer viel mehr Licht als vom Vordergrund, so dass die Wolkenpartien etc. längst überexponirt sind, bevor der Vordergrund genügend belichtet ist; zugleich raubt das starke in den Apparat fallende Himmelslicht dem Bilde die Brillanz. Deshalb wurden Blenden speciell zur Abblendung der Wolken und des Himmels construirt, welche „Wolkenblenden" genannt wurden.

Neigt man die vor eine einfache Linse gebrachte Blende nach vorn (Fig. 152), so erhält der Vordergrund im Negativ die vollen Lichtstrahlen, der Himmel hingegen nur solche von geringerem Durchmesser.

Durch eine blosse Drehung der ganzen Linse lässt sich die Stellung der Blende so verändern, dass auch solche Sujets, in denen der Vordergrund oder der dunkle Theil ein Dreieck füllt, eine passende Beleuchtung erhalten. Ebenso gut wie in einem

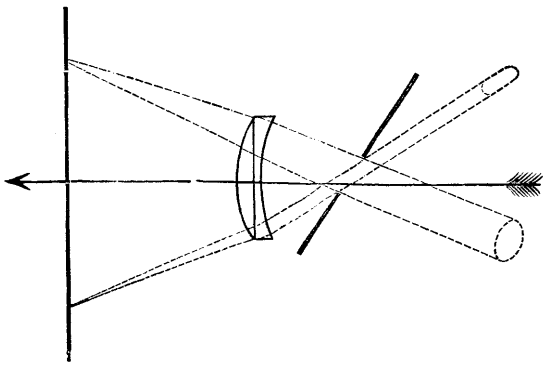


Fig. 152.
Schiefe Wolkenblende.

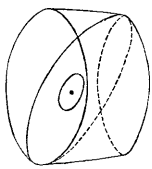


Fig. 153.

Fig. 154.
Schiefe Wolkenblende.

einfachen Landschafts-Objectiv kann diese Blende in einem Doppelobjectiv angebracht werden.

Sutton brachte die Wolkenblende in die grösste Blende des Objectivs hinein. In einem etwas conischen Metallring war die Blende schräg eingesteckt, wie Fig. 153 zeigt (Fig. 154 ist der Querschnitt). Die Mitte des conischen Ringes hatte denselben Durchmesser, wie die grösste Blende des Objectivs; man steckte ihn in letztere hinein und drückte etwas an. Der Ring konnte schon so eingesetzt werden, dass man eine Adjustirung durch Umdrehen des Objectivs nicht vorzunehmen brauchte. Eine Neigung der Blenden von 35 Grad ist nach Sutton[1]) in den meisten Fällen das Richtige. Der Vordergrund erhält dadurch viermal so viel Licht, als der Himmel. Als praktisches Resultat ist ferner in Rechnung zu bringen, dass die Belichtungszeit bei Anwendung der geneigten Blende kürzer ist.

Aus Fig. 155 ergibt sich die Zusammenstellung der Sutton'schen Landschaftslinse[2]). AA ist eine einfache Linse, beiderseits durch Deckel verschliessbar. Die weitere Blendung CC ist feststehend. Die engere Blendung BB mit der Fassung DD

1) Phot. Archiv. 1868. S. 247.
2) Schnauss, Phot. Lexicon. 1882. S. 285.

ist drehbar und lässt sich in die Röhre hinein- und herausschieben. Die bewegliche Blendung wird bei der Aufnahme so gedreht, dass ihre Oeffnung mehr nach unten, also nach den dunkleren Partien des Bildes, gerichtet ist.

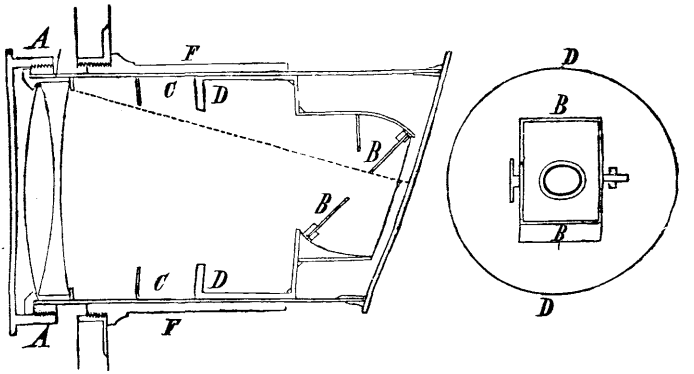


Fig. 155. Zusammenstellung der Sutton'schen Landschaftslinse.

Durch folgende Einrichtung kann man mit gewöhnlichen Blenden (ohne sie schräg zu stellen) einen Theil der vom Himmel direct in den Apparat fallenden Strahlen abschneiden. Fig. 156 zeigt diese Form, welche Kershaw den Wolkenblenden gab.[1])

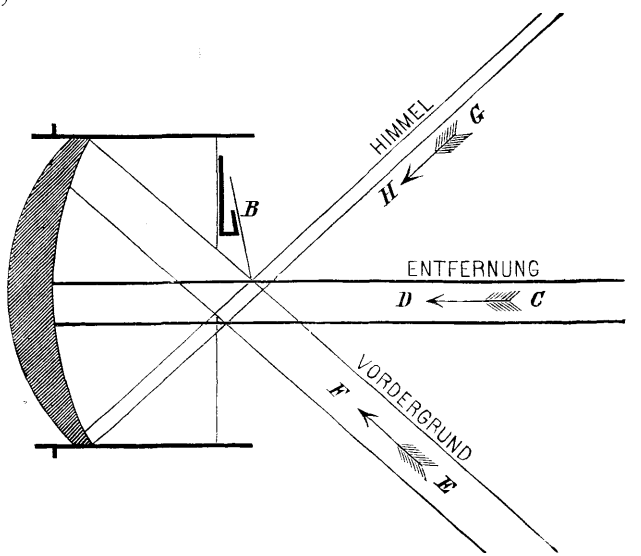


Fig. 156. Wolkenblende.

Er hatte auf der Diaphragmaplatte der Linse und oberhalb der Oeffnung eine kleine Platte angebracht, welche verschoben, und mit welcher nach Belieben das Licht abgesperrt werden konnte, wenn man sie gegenüber der Oeffnung in die Blende brachte.

---

1) Phot. Corresp. 1870. Bd. 7, S. 84; aus Brit. Journ. Phot. Almanac.

Aus Obigem geht hervor, dass die Firmamentplatte B dem Durchdringen des grössten Strahlenbündels FE, der vom Vordergrunde durchgelassen werden kann, keinen Eintrag thut, dass aber der von der Entfernung kommende Lichtbüschel DC materiell reducirt ist, während das ganze vom Firmament durchgelassene Licht, durch HG repräsentirt, in der That sehr klein ist[1]).

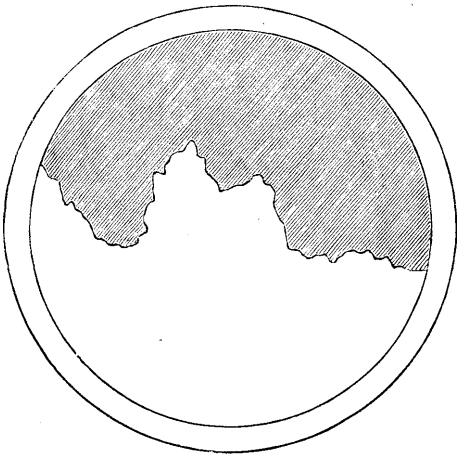


Fig. 157. Wolkenblende.

Eine sehr einfache Himmelsblende besteht aus einem Stücke schwarzen Carton, welcher zackenförmig ausgeschnitten ist und sich der beiläufigen Form der Contur ferner Gegenstände (Gebirge etc.) gegen den Himmel nähert (s. Fig. 157).

Diesen Carton bringt man vor dem Objectiv an, so dass nur das Bild des schlecht beleuchteten Vordergrundes in das Objectiv fällt, exponirt zur Hälfte und dann den Rest der Belichtungszeit nach der Entfernung der Blende.

Folgende Form der Wolkenblende ist allgemein und ohne viele Umstände anwendbar. Man bringt in einen Messingrahmen b (Fig. 158) mehrere geschwärzte, dicht aneinander liegende Messingstreifen (a) an, welche sich einzeln hinauf- und herabbewegen lassen. Man kann dann die Streifen so verschieben, dass sie sich beiläufig der Contur des fernen Hintergrundes anpassen lassen; dann werden sie mit

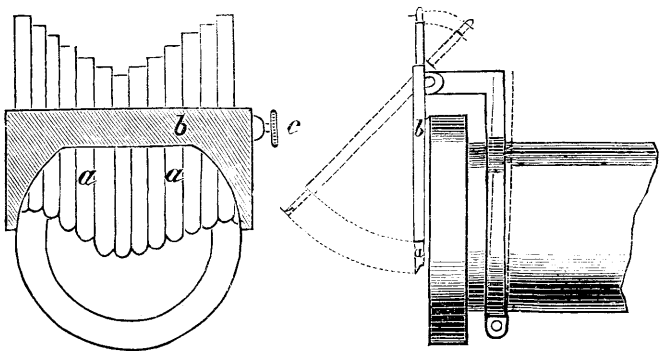


Fig. 158. Wolkenblende.

der Schraube c geklemmt[2]). Diese Blenden-Vorrichtung ist vor dem Objective angebracht und kann, wie Fig. 159 zeigt, auf und nieder geklappt werden.

R. von Staudenheim construirte unter dem Namen „Photonom“ eine Blendenvorrichtung zum Abblenden des Hintergrundes, welche aus einem Schieber besteht, der

1) Phot. Corresp. 1870. S. 84.
2) Phot. Mittheil. Bd. 21, S. 247.

sich langsam von unten nach oben hebt und dann wieder nach abwärts bewegt; dadurch wird bewirkt, dass der Vordergrund länger als der Hintergrund belichtet wird. Die Bewegung des Schiebers ist durch ein Uhrwerk regulirbar[1]).

V. Halbdurchsichtige Gaze- oder Gitter-Blende, zur Herstellung von Bildern mit milder, gleichmässiger Unschärfe.

Bigelow versuchte bei der Herstellung grosser Porträts mit lichtstarken Porträtobjectiven die Vorzüge der Helligkeit mit der Tiefe der Schärfe dadurch zu erreichen, dass er die Blende aus Draht-Gaze (feines Draht-Netz) statt aus Blech verfertigte. Der freie Ausschnitt wirkte wie eine Blende und gibt Tiefe der Schärfe; die Draht-Gaze aber erzeugt ein verwaschenes, mit Interferenzerscheinungen behaftetes Bild, welches sich aber über das andere legt und eine allgemeine (nicht unangenehme) Unschärfe erzeugt. Im Allgemeinen liefern diese Blenden, wenn man die Oeffnung der gewöhnlichen Blende auf $^1/_4$ reducirt, die doppelte Lichtkraft wie diese (Photogr. Nachrichten 1890. S. 269; aus St. Louis Photographer 1890. S. 127). — Durch Einschaltung einer mit einem eingeritzten Gitter versehenen Glasplatte in die Blendenöffnung lässt sich ähnliches erzielen.

VI. Abnahme der Lichtintensitäten auf der Visirscheibe nach den Rändern des Bildfeldes und die Anwendung von Sternblenden und Rauchgläsern zur Ausgleichung der Helligkeit.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass viele Objective mit sehr grossem Gesichtsfeld ein in der Mitte viel helleres Bild als am Rande geben. Beim Pantoscop z. B. braucht man in den Ecken eine fast viermal längere Belichtung als in der Mitte.

Die Lichtintensität nimmt nach den Rändern des Gesichtsfeldes hin nach der Formel

$$\text{Intensität} = J \cos^4 x$$

ab; wobei J die Intensität in der Richtung der Achse (also der senkrecht zur Platte einfallenden Strahlen) ist und x der Winkel, den ein anderer Strahl mit dieser bildet.

Winkel x	Lichtintensität	Winkel x	Lichtintensität
0 Grad	1,00 0	30 Grad	0,5625
5 „	0,9848	35 „	0,4502
10 „	0,9406	40 „	0,3444
15 „	0.8705	45 „	0,2500
20 „	0,7798	50 „	0,1707
25 „	0.6747	55 „	0,1082

1) Phot. Corresp. 1891. S. 8.

Wie man sieht, ist im Anfang die Lichtabnahme gering. Aber schon für $x = 30$ Grad, d. h. einen Bildwinkel von $2 \times 30 = 60$ Grad beträgt sie fast 50 Proc. Von da ab steigt sie schnell; bei 45 Grad, also für einen Bildwinkel von 90 Proc. beträgt sie 75 Proc. und für $x = 55$ Grad, also für einen Bildwinkel von 110 Grad steigt sie fast auf 90 Proc. (Dr. Stolze).

Beim Gebrauch photographischer Weitwinkellinsen macht sich stets in unliebsamer Weise diese Abnahme der Helligkeit von der Mitte des Bildfeldes zum Rande geltend. Belichtet man daher die Mitte hinreichend, so ist der Rand stets unterexponirt, während bei richtiger Exposition des Randes die Mitte unbedingt überlichtet. Bei Doppelobjectiven ist die Lage der Linsen von Einfluss auf die Helligkeitsvertheilung (s. S. 27), desgleichen die Blendung (s. S. 179).

A) Sternblenden.

Um die Exposition gleichmässig zu machen, kann ausser dem Seite 145 beschriebenen Hilfsmittel, auch eine undurchsichtige Sternblende angewendet werden. Man exponirt zuerst so lange, dass die Mitte des Bildes ausexponirt ist und deckt dann einen Stern von schwarzem Papier dicht vor das Objectiv. Die Strahlen des Sternes dürfen höchstens die halbe Breite der kleinsten Blendenöffnung haben; in der Mitte des Sternes ist ein Kreis von etwa $^2/_3$ des Objectivdurchmessers, die Länge der Strahlen reicht bis dicht an den Rand; dieser Stern bleibt nun noch die dreifache Zeit vor dem Objectiv [1]).

Später construirte Meydenbauer drehbare Sternblenden (Phot. Nachrichten. 1890. S. 70).

Die Sternblende besteht aus einem schwarzen Stern mit zahlreichen Strahlen, welche höchstens die halbe Breite der kleinsten Centralblende haben dürfen und sich so weit erstrecken, dass sie, wenn die Sternblende vermittelst eines Scharnieres dicht vor das Objectiv vorgeklappt wird, bis ins Ende des Bildfeldes hinein wirken, während nach der Mitte hin ein fester Metallkreis steht, der einem Bildfelde von circa 20 Grad entspricht. Man kann kleine Sterne aus photographischen geschwärzten Collodionschichten ausradiren (Stolze, Phot. Wochenblatt. 1887. Seite 311).

Die Wirkung des Sternes ist allerdings nur schwierig und bei grosser Erfahrung zu bemessen.

Ueber transparente Blenden s. S. 189.

---

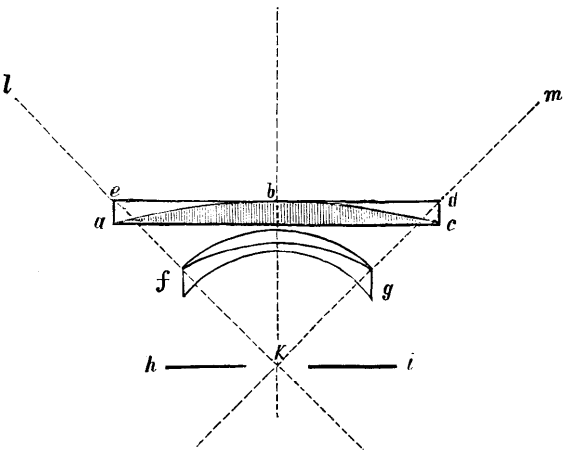
1) Phot. Wochenbl. 1881. S. 64.

B) Rauchgläser als Compensatoren.

Man hat auch vorgeschlagen, zum Zwecke der Ausgleichung der Lichtvertheilung zwischen Rand und Mitte die Sammellinsen des Objectives aus Rauchglas zu machen, welches dann in der Mitte mehr Licht als am Rande absorbiren würde. Dieser Vorschlag ist jedoch, wegen der schwierigen Ausführung, unpraktisch [1]).

Deshalb half Dr. A. Miethe diesem Uebel durch Anbringung eines Compensators ab [2]).

Der Apparat (Fig. 159) besteht aus zwei äusserst dünnen Linsen, deren eine planconvexe, aus Rauchglas bestehende, mit einer gleichgekrümmten, planconcaven, aus farblosem Glase geschliffenen, in der Weise gekittet ist, dass eine beiderseits ebene Platte, welche sich durchfallendem Lichte gegenüber durchaus wie eine planparallele Platte aus einem Stück verhält, entsteht. Beim Hindurchschauen sieht die ganze Vorrichtung einem planparallelen Glase ähnlich, welches nach der Mitte zu allmählich gleichmässig dunkel wird.



acde Compensator; *abc* Rauchglaslinse; *aebdc* farblose Linse; *fg* Weitwinkellinse; *hi* Blendenebene; *kl*, *lm* Randstrahlen.

Fig. 159.

Bringt man diese Platte in entsprechender Fassung vor oder hinter dem Objective an, so werden die Mittelstrahlen bei passender Wahl des Rauchglases und seiner Wölbung so weit gedämpft, dass sie an Intensität den ungeschwächt hindurchgehenden Randstrahlen gleichkommen. Diese Vorrichtung, welche Dr. A. Miethe „Compensator" nennt, ist in Fig. 160 abgebildet und beschrieben; dieselben fertigt Hartnack in Potsdam an. Die Belichtungszeit ist 2—3 mal länger als ohne Compensator, jedoch die Helligkeit im Bildfelde schön ausgeglichen.

Auf die Vertheilung der Helligkeit eines Objectives über die Bildfläche haben auch die Blenden Einfluss; die Abblendung bewirkt eine bessere Vertheilung der Schärfe.

---

1) Stolze, Phot. Wochenbl. 1857. S. 312.

2) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1890. 4. Jahrgang. S. 204.

VII. Bezeichnung der Blenden, Beschreibung der verschiedenen Blendensysteme mit Bezug auf relative Helligkeit und Belichtungszeit.

Die Grösse der Blenden (Durchmesser der Blenden- oder Diaphragmen-Oeffnungen) steht in directer Beziehung mit der Helligkeit des abgeblendeten Objectives, indem sich die Lichtkraft zweier Objective verhält wie die Quadrate der Durchmesser der Oeffnungen (d, D) und umgekehrt, wie Quadrate der Brennweiten der Objective (f, F). Es gilt also das Verhältniss der $\frac{d^2}{f^2} : \frac{D^2}{F^2}$ (vergl. Seite 10). Die Belichtungszeit ist verkehrt proportional der Helligkeit.

Wie bereits auf Seite 10 angeführt wurde, hat der Pariser Photographische Congress 1889 als normale Helligkeit diejenige angenommen, bei welcher die wirksame Oeffnung des Objectives $^1/_{10}$ der Brennweite ist. Die für ein Objectiv mit diesem Oeffnungsverhältniss erforderliche Expositionszeit wird als Einheit angenommen, und die Blendung, welche dieses Oeffnungsverhältniss ergibt, mit 1 bezeichnet. Es wurde ferner vorgeschlagen, nur solche Blendungen beizugeben, bei welchen die Expositionszeiten sich je verdoppeln, also die Werthe 2, 4, 8, 16 für die kleineren Blenden, $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$, $^1/_{16}$ für die grösseren Blenden zu wählen.

Es wurden auch andere Einheiten für die Blendenbezeichnungen eingeführt (s. u.). Jedenfalls empfiehlt es sich, dass auf der Blende 1. die relative Expositionszeit, 2. das Verhältniss von wirksamer Oeffnung und Brennweite $\frac{d}{f}$ (z. B. $\frac{d}{f} = \frac{1}{20}$ oder $d = \frac{f}{20}$, d. h. der Blendendurchmesser beträgt den 20. Theil der Brennweite f), oder das Verhältniss der Belichtungszeiten $\left(\frac{f^2}{d^2}\right)$ angegeben ist.

Die „Photographic Society of Great Britain" gab vor mehreren Jahren den Anstoss für die Aufstellung von einheitlichen Blendengrössen und -Numerirungen, so dass die Optiker auf der Blende nicht nur das jeweilige Verhältniss von Oeffnung zur Brennweite einzugraviren hätten, sondern auch auf den Blenden die Zahlen, welche die relativen Belichtungszeiten oder die den betreffenden Blenden zukommenden Helligkeiten anzugeben wären. Als Einheit wählte die „Photographic Society of Great Britain" die Helligkeit eines Objectives, dessen Oeffnung gleich dem vierten Theile der Brennweite ist $\left(\frac{f}{4}\right)$; dies entspricht ungefähr der Helligkeit der gewöhnlichen Porträtobjective. Setzt man die Helligkeit eines Objectives bei $\frac{f}{4} = 1$, so wäre bei einer halb so grossen Blendenöffnung von $\frac{f}{8}$ die Expositionszeit $= 4$ u. s. w. Diese

Zahlen werden als „Uniform System Numbers“ (U. S. No.) auf die Blende gravirt. Es ergeben sich dann folgende Zahlen[1]).

	U.S. No.		U.S. No.		U.S. No.		U.S. No.
$\frac{f}{1}$	$1/16$	$\frac{f}{5{,}656}$	2,00	$\frac{f}{12}$	9,00	$\frac{f}{45{,}25}$	128,00
$\frac{f}{1{,}414}$	$1/8$	$\frac{f}{6}$	2,25	$\frac{f}{16}$	16,00	$\frac{f}{56}$	196,00
$\frac{f}{2}$	$1/4$	$\frac{f}{7}$	3,06	$\frac{f}{22{,}62}$	32,00	$\frac{f}{64}$	256,00
$\frac{f}{2{,}828}$	$1/2$	$\frac{f}{8}$	4,00	$\frac{f}{28}$	49,00	$\frac{f}{70}$	306,25
$\frac{f}{3}$	0,562	$\frac{f}{9}$	5,06	$\frac{f}{32}$	64,00	$\frac{f}{80}$	400,00
$\frac{f}{4}$	1,00	$\frac{f}{10}$	6,25	$\frac{f}{36}$	81,00	$\frac{f}{90{,}50}$	512,00
$\frac{f}{5}$	1,56	$\frac{f}{11{,}31}$	8,00	$\frac{f}{40}$	100,00	$\frac{f}{100}$	625,00

In dieser Tabelle ist in der 1. Colonne das Verhältniss von Oeffnung zur Brennweite angegeben, z. B. $\frac{f}{4}$ heisst, die Blendenöffnung ist $1/4$ der Brennweite. In der 2. Colonne ist das Verhältniss von $\frac{f^2}{d^2}$ angegeben, wobei der für $\frac{f}{4}$ entfallende Werth $= 1$ gesetzt wurde.

Wie man sieht, geben die Blendennummern unmittelbar die Belichtungszeiten mit den betreffenden Blenden an, z. B. Blende No. 8 braucht die doppelte Belichtung als Blende No. 4.

Bei diesem Systeme ergibt sich die Schwierigkeit, dass gerade die am häufigst benützten Blenden (nämlich die kleinen) die höchsten Nummern erhalten, ja dass überhaupt eine ganze Reihe von lichtärmeren Objectiven, wenn z. B. die grösste Oeffnung nur $1/16$ des Focus ist, nur Blenden mit hohen Nummern haben, welche in unserem Beispiele mit No 16 beginnen würden.

Im Februar 1890 fand eine photographische Convention in Chester (England) statt, für welche Cowan, Gifford, Hatton, Pickard und Wollaston die Vorarbeiten gemacht hatten[2]), und als Gegenstand die einheitliche Bezeichnung der Objective und Blenden, sowie Feststellung von Normalmassen bei denselben in Verhandlung gezogen wurde. Es wurde hierbei die vom internationalen Photographischen Congress acceptirte Normalblende $\left(\frac{f}{10}\right)$, ebenso die Dallmeyersche Einheits-Blende $\left(\frac{f}{\sqrt{10}}\right)$ verworfen und die von der „Photographic Society of Great Britain“ aufgestellte Blende $\frac{f}{4}$ als Einheit angenommen, d. h. eine Blende, deren Durchmesser $1/4$ der Brennweite ist, mit No. 1 bezeichnet, welcher die relative Helligkeit $= 1$ zukommt. Daraus ergeben sich die anderen Blenden in einfacher Weise, indem jede folgende Blende die doppelte Belichtung der vorhergehenden braucht, nämlich:

1) Auszug aus einer grösseren Tabelle von Warburton.

2) Phot. News. 1890. S. 502.

Blendendurchmesser . .	$\frac{f}{4}$	$\frac{f}{5{,}6}$	$\frac{f}{8}$	$\frac{f}{11{,}3}$	$\frac{f}{16}$	$\frac{f}{22{,}6}$	$\frac{f}{32}$	$\frac{f}{45{,}2}$	$\frac{f}{64}$
Expositionszeit	1	2	4	8	16	32	64	128	256

Dr. Stolze besprach seit 1882 mehrfach die Frage der Blendenbezeichnung und machte den Vorschlag, die Blende mit einer Zahl zu versehen, welche $= \frac{f^2}{d^2}$[1]) ist, und welche ohne Weiteres gestattet, bei gleichem Lichte die relativen Expositionen zu bestimmen. Noch besser ist der spätere Vorschlag Dr. Stolze's[2]), auf jede Blende die Zahl $\frac{f^2}{100\,d^2}$ zu setzen, um dadurch kleinere Zahlen zu erhalten. Allerdings ist auch bei diesem letzteren Vorschlage die Division durch 100 willkürlich und macht in Wirklichkeit eine Blendenöffnung vom Durchmesser $= \frac{f}{10}$ zur Einheit. Das Verfahren hat jedoch den Vorzug, die nicht willkürliche Zahl $\frac{f^2}{d^2}$ in ihren Ziffern unverändert zu lassen und nur das Komma um zwei Stellen nach links zu rücken.

Z. B. für einen Aplanat von 300 mm Brennweite und 40 mm Oeffnung wolle man die Zahlen für die Blenden 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10, 5 mm Durchmesser nach der Formel $\left(\frac{f}{10\,d}\right)^2$ suchen. Man erhält:

Blenden-durchmesser	Blendenbezeichnung $\left(\frac{f}{10\,d}\right)^2$
40	0,50
35	0,73
30	1,00
25	1,44
20	2,25
15	4,00
10	9,00
5	36,00

Für die Praxis würde man mit einer Decimale, oder bei den grösseren Zahlen mit den ganzen Zahlen ausreichen.

F. R. Dallmeyer schloss sich 1886[3]) diesem Vorschlage Dr. Stolze's an, indem er die Normalbezeichnung der Photographic Society of Great Britain verwarf. Er schlug vor, das Verhältniss von $\frac{1}{\sqrt{10}}\left(=\frac{1}{3{,}16}\right)$ als Grundzahl zu betrachten. Dann werden die Normalzahlen: Zehntel der Nenner des Bruches, welcher die Helligkeit bezeichnet und das ganze wird, wie schon oben gezeigt, ein Decimalsystem.

---

1) d bedeutet den Blendendurchmesser oder richtiger die wirksame Oeffnung des Objectives; f = Brennweite.

2) Phot. Wochenbl. 1886. S. 262. — Vergl. auch Lainer (Phot. Corresp. 1890. Seite 271).

3) Phot. News. 1886. S 601; im Phot. Wochenblatt 1886. S. 417 gibt Dr. Stolze eine Correction dieser Tabelle.

Z. B.: Es habe ein Objectiv die Brennweite von 160 mm und nachfolgende Blendendurchmesser, so ergibt sich die nachstehende vergleichende Tabelle.

Blenden-durchmesser	Helligkeit	Relative Belichtungszeit	Dallmeyer's Normalzahl
17 mm	$\frac{1}{9,4}$	89	8,9
14 „	$\frac{1}{11,4}$	131	13,1
12 „	$\frac{1}{13,3}$	178	17,8
8,5 „	$\frac{1}{18,8}$	355	35,5
6 „	$\frac{1}{26,7}$	711	71,1
4 „	$\frac{1}{40}$	1600	160

Wie man sieht, deckt sich der Vorschlag Dallmeyer's mit dem von Stolze empfohlenen System der Blendenbezeichnung.

Ueber die Einheit für die Helligkeit der verschieden abgeblendeten photographischen Objective oder den „photometrischen Effect der Diaphragmen" erstattete im Pariser Photographischen Congress, August 1889, Herr Cornu Bericht (vergl. Bull. Société franç. de Phot. 1890. Bull. Assoc. Belge de Phot. 1890. S. 164). Dieser berühmte Gelehrte sprach sich entschieden dafür aus, eine Blende, deren Durchmesser $\frac{1}{10}$ der Brennweite ist, als Einheit zu setzen, wobei Cornu auf die wahre wirksame Strahlenöffnung (wie sie sich durch Rechnung oder nach Steinheil's Methode ergibt) Bezug nahm. Cornu wendet sich gegen die Dallmeyer'sche Einheit der Helligkeit $\frac{1}{\sqrt{10}}$, weil auch diese Grösse eine willkürliche sei uud weil auch grössere Blenden verwendet werden als solche, welche einen Durchmesser haben $= \frac{f}{\sqrt{10}}$. Wenn man also schon eine Grösse wähle, welche sich theoretisch exact nicht begründen lasse, so verdiene die einfache Zahl $\left(\frac{1}{10}\right)$ den Vorzug. Nach einer Debatte, an welcher sich unter anderen De la Baume-Pluvinel, Fabre, Davanne, Breguet, Vidal, Sebert betheiligten, wurde jene Blende, bei welcher der Durchmesser ihrer wirksamen Oeffnung $= \frac{1}{10}$ der Brennweite ist, als Einheit gewählt.

Diese Blende wird mit No. 1 bezeichnet und entspricht der Belichtungszeit = 1. Die anderen Blenden werden entsprechend bezeichnet, so dass ihre Oeffnungen einfachen Zahlen, z. B. der 2, 4, 8fachen Belichtungszeit entsprechen; lichtstarke Objective hätten die Blenden $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$ etc.

Eine Tabelle, betreffend die Anwendung derartiger Bezeichnungen auf den Français'schen Objectivsatz wurde auf Seite 160 mitgetheilt.

Nimmt man die vom Pariser Congress vorgeschlagene Oeffnung der Linse $= \frac{f}{10}$ als Einheit an, so gibt die nach der Formel $\frac{f^2}{100\,d^2}$ aufgestellte Tabelle folgende Zahlen:

Blendendurchmesser (d) =	$\frac{f}{4}$	$\frac{f}{5}$	$\frac{f}{6}$	$\frac{f}{7}$	$\frac{f}{8}$	$\frac{f}{10}$	$\frac{f}{12}$	$\frac{f}{14}$	$\frac{f}{17,5}$	$\frac{f}{20}$	$\frac{f}{24,5}$	$\frac{f}{32}$	$\frac{f}{50}$	$\frac{f}{70}$
$\frac{f^2}{100\,d^2}$	0,16	0,25	0,36	0,50	0,64	1	1,44	1,96	3	4	5	10	25	49
Bezeichnung der Blenden mit No.	1/6	1/4	1/3	1/2	2/3	1	1 1/2	2	3	4	5	10	25	49

Die Firma Zeiss in Jena führte bei ihren Objectiven im März 1890 ein anderes System der Blendenbezeichnung durch; es ist auf jeder Blende angegeben:

a) das Verhältniss von Oeffnung zur Brennweite,

b) als Einheit der Lichtstärke (Lichtstärke) ist die Helligkeit des Objectives bei einer Blende $= \frac{f}{100}$ angenommen. Die Blende $\frac{f}{50}$ hat dann die Helligkeit $= 4$, was $= \frac{1}{4}$ der Belichtungszeit ist. Dementsprechend ergibt sich für:

Relative Blendenöffnung	Helligkeit	Relative Blendenöffnung	Helligkeit
$\frac{1}{100}$	1	$\frac{1}{25}$	16
$\frac{1}{71}$	2	$\frac{1}{18}$	32
$\frac{1}{50}$	4	$\frac{1}{9}$	128
$\frac{1}{36}$	8	$\frac{1}{6,3}$	256

Es ist besonders hervorzuheben, dass Dr. Rudolph bei diesen Bezeichnungen der Zeiss'schen Objective nicht die direct mit dem Massstabe gemessenen Blendendurchmesser in Rechnung setzte, sondern die wahre wirksame Oeffnung derselben.

Unter allen Umständen ist es erwünscht, dass die den verschiedenen Blenden eines Objectives entsprechenden Belichtungszeiten in einem einfachen Verhältniss zu einander stehen. Wünscht man z. B., dass für jede nächst kleinere Blende die Belichtungszeit verdoppelt werde, so müssen die Durchmesser der Blenden die nachfolgenden sein, wenn man den Durchmesser der grössten Blenden $= 1$ setzt:

0,707	0,176
0,500	0,125
0,353	0,088
0,250	0,062

Bei den Goerz'schen Objectiven ist auf jeder Blende die relative Belichtungszeit (t) nach der Gleichung $t = \frac{1}{10}\left(\frac{f}{d}\right)^2$ angegeben, wo f = der Brennweite, d = der wirksamen Blendenöffnung entspricht. Als Belichtungs-Einheit gilt ein Objectiv mit der relativen Oeffnung $\frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{1}{3,16}$. Die Belichtungszahl 4 entspricht einem Objectiv, dessen wirksame Oeffnung $= \frac{1}{\sqrt{40}} = \frac{1}{6,32}$ der Brennweite ist u. s. w.

Bei den Goerz'schen Objectiven (Reproductionsaplanate ausgenommen) kommen nun einzig die Belichtungszahlen

4 6 12 24 48 96 192 384 768

vor, welche den Oeffnungsverhältnissen

$\frac{f}{6,3}$ $\frac{f}{7,7}$ $\frac{f}{11}$ $\frac{f}{15,5}$ $\frac{f}{21,9}$ $\frac{f}{31}$ $\frac{f}{43,8}$ $\frac{f}{62}$ $\frac{f}{87,6}$

entsprechen.

VIERZEHNTES CAPITEL.

BEFESTIGUNG DER OBJECTIVE AM RING UND AM OBJECTIV-BRETT.

Gelegentlich des Pariser internationalen photographischen Congresses im Jahre 1889 wurde folgende Art zur Befestigung verschiedener Objective an die Camera empfohlen [1]).

Für Objective von gebräuchlichen Grössen dienen Objectivringe von nachstehenden Nummern und äusserem Durchmesser:

Nummer	1	2	3	4	5
Durchmesser in mm . .	40	50	75	100	125.

Die Objectivbretter der Cameras tragen entsprechende Ringe, in welche sich obige Objectivringe einschrauben lassen. Die Entfernung der Objective kann beliebig sein, jedoch soll der Objectivring in obige Serie passen. Der Schraubengang der Ringe von No. 1 bis 4 ist 1 mm, bei No. 5 ausnahmsweise $1^1/_2$ mm; die Gewinde entsprechen einem Schnitt eines abgestumpften gleichseitigen Dreieckes. Für sehr kleine Objective wird die Montirung wie bei mikroscopischen Objectiven empfohlen; z. B. ein Objectivring von 20 mm Durchmesser (No. 0) hätte ein Gewinde von 0,71 mm.

Als Normalmasse für Objectivbretter wurden die Grössen 8×8, 12×12 und 20×20 cm am Pariser Congress angenommen, die ersteren 5 mm, die letzteren 7 mm dick.

Für die Objectivfassungen und Ringe wurden dagegen bei der photographischen Convention in Chester (s. o.) durchweg Masse in englischen Zoll acceptirt. Die Objective sollen folgende Schraubengewinde tragen.

---

1) Eder's Jahrbuch f. Photographie für 1890. S. 261. Bull. Soc. franç. Phot. Paris. 1890. S. 100.

Durchmesser des Gewindes in Zoll	Anzahl der Gewinde per Zoll	Durchmesser des Gewindes in Zoll	Anzahl der Gewinde per Zoll
1	24	$2^1/_2$	24
$1^1/_4$	24	3	24
$1^1/_2$	24	$3^1/_2$	12
$1^3/_4$	24	4	12
2	24	5	12

Zum raschen Auswechseln sind besonders sog. Bajonettverschlüsse an Stelle der Schraubengewinde an Objectiven und Objectivringen zu empfehlen.

Diese Art der Befestigung der Linsen im Objectivring ist sehr alt und wurde sehr lange Zeit sowohl von französischen und deutschen Optikern angewendet, z. B. von Français (Paris), Dr. Steinheil (München), Suter (Basel) bei ihren combinirten Objectivsätzen.

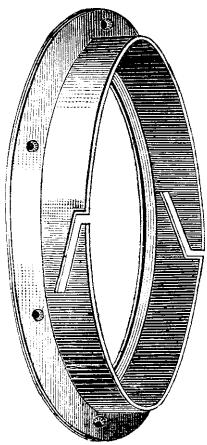


Fig. 160.

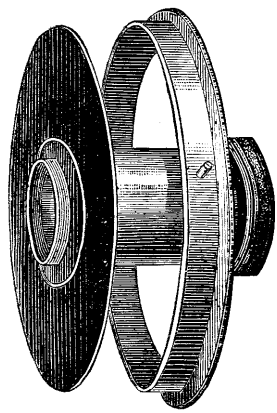


Fig. 161. Fig. 161 a.

Der Pariser photographische Congress 1889 empfahl besonders Molteni's System des Bajonettverschlusses, welches in folgendem besteht: Der äussere Ring (Fig. 160) ist am Objectivbrett festgeschraubt und hat einen schrägen Einschnitt für den eingreifenden Bajonettverschluss (Fig. 161 a). Das Objectiv ist am unteren Ende an eine (innen geschwärzte) Scheibe (aus Metall) befestigt (Fig. 161), welche gerade in den Ring Fig. 160 passt und durch Daraufstecken und Drehen des Ringes Fig. 161 a festgehalten wird. Ob diese Art des Bajonettverschlusses vollkommen verlässlich ist, muss die Erfahrung zeigen.

FÜNFZEHNTES CAPITEL.

PRÜFUNG UND WAHL DER OBJECTIVE.

I. Beschaffenheit der Linse und ihrer Fassung.

Zur guten Ausführung eines Objectives gehört vor allem die Wahl eines möglichst farblosen [1]) und homogenen Glases, das nicht an einzelnen

1) Verwendung gefärbter Linsengläser. Das einfachste Mittel, um eine Linse oder ein Linsensystem zu achromatisiren, bestünde darin, dass man vor dieselbe eine parallelwandige Glaswanne, in welcher sich eine ammoniakalische Kupferlösung befindet, aufstellt; dieselbe lässt nur Blau durch, gibt also kein farbig gesäumtes Bild, absorbirt aber viel Licht, weshalb dieses Mittel nicht gebräuchlich ist. Ein ganz ähnlicher Vorschlag findet sich schon bei Halleur 1853 (Halleur, Die Kunst der Photographie. 1853. S. 32); er wollte violette Glaslinsen oder, da diese zu schwierig zu beschaffen sind, ein sehr dünnes, genau nach demselben Krümmungshalbmesser geschliffenes Glas vorn an dem Objective anbringen. In der „Practischen Anleitung zum Daguerreotypiren" (Leipzig, 1843) S. 83 findet sich empfohlen, vor die Gläser des Objectives ein Stück blaues Glas hinzuhalten, sobald eine von der Sonne stark beschienene Landschaft aufzunehmen ist; das Bild soll einen „schönen und zarten Ton" (auf Daguerreotypplatten) bekommen. Burnett erwähnte 1857 nochmals, dass die Ersetzung der zusammengesetzten achromatischen Linsen durch blaue oder violette Linsen (oder durch eine farblose Linse mit einem Stück passend gefärbten Glases in der Diaphragmen-Oeffnung eingeschoben) vortheilhaft sei, namentlich wegen der Entfernung der gelben und rothen Strahlen, welche das Bild zu verderben suchen und oft die Wirkung der chemischen Strahlen verzögern (Phot. Notes. 1857. S. 182), welche letztere Ansicht aber ganz falsch ist, obschon sie 1876 von Scotellari wieder behauptet wurde (Scotellari, Nouveauts mode d'eclairage. 1876). Es wurde nämlich nachgewiesen, dass ein farbloses Objectiv ein Bild auf nassen Jodbrom-Collodionplatten in 10 Secunden gibt, während nach Vorschieben eines blauen Glases 15 Secunden, eines violetten 20 Secunden nöthig sind (Philadelph. Phot. 1877. S. 49).

Auch grünlich gefärbte Linsen fanden vor Jahren ihren Fürsprecher, indem durch ihre Verwendung Landschafts-Photographien naturwahrer (?) und die Bildfläche gegen den Rand zu gleichmässiger erhellt erscheinen sollte. Auch dieser Vorschlag gewann keine Bedeutung für die Praxis.

Stellen andere Dichtigkeit besitzt[1]). Es müssen die Gläser genau centrisch und die Flächen gut sphärisch sein (s. Seite 17).

Eine nicht vollkommen polirte Oberfläche ist der Brillanz des Bildes sehr schädlich, denn es wird von den mehr oder weniger matten Oberflächen der Linsen nach allen Seiten, folglich auch in die Camera hinein, diffusses Licht reflectirt und zwar um so mehr, je unvollkommener die Politur ist

Das Vorhandensein einiger Luftblasen im Glase der Linsen ist ganz ohne Einfluss auf die Güte derselben.

Der berühmte Optiker Fraunhofer soll einmal auf die Klage, die gegen eines seiner Fernrohrobjective wegen solcher Bläschen geführt wurde, geantwortet haben: Er habe das Glas zum Durchsehen und nicht zum Ansehen übersendet[2]).

Man kann sogar mit zerbrochenen und wieder zusammengesetzten Linsen fast so gut arbeiten, wie mit einer unverletzten, selbst wenn ein Stück daraus ganz fehlt; bei einer ganz correcten Linse gibt jeder einzelne Theil dasselbe Bild, wie die ganze Linse, nur wird sie natürlich lichtschwächer[3]).

Sollte sich auf der Oberfläche der Linse eine Schramme mit rauhen Rändern finden, so tauche man einen feinen Pinsel in schwarzen Firniss und fahre damit über die Schramme hin. Der kleine Verlust an Licht, den man dadurch erleidet, fällt nicht in das Gewicht gegen den Gewinn, dass man die der Brillanz des Bildes schädliche, von der Schramme ausgehende Reflexion von diffussem Licht vermeidet.

Zum Reinigen der Gläser bediene man sich ausgewaschener Baumwollstoffe, welche besser als Leder oder Leinwand sind.

Die verschiedene Färbung des Glases hat grossen Einfluss auf die Lichtkraft[4]).

Was die Fassung der Linsen anbelangt, so ist zu bemerken, dass die Messingröhren innen mattschwarz sein müssen, um das Entstehen falscher Lichtreflexe zu vermeiden. Desgleichen sollen die Blenden geschwärzt sein.

Beim Einschrauben der Linse in ihre Fassung muss man sich in Acht nehmen, das Gewinde nicht übermässig stark anzuziehen, am aller-

1) Vergl. hierüber Steinheil (Eder's Jahrbuch f. Phot., II. Jahrg., S. 389), Schott (ibid. IV. Jahrg., S. 215) und Fritsch (ibid. Seite 11), Schott (ibid. IV. Jahrg., S. 266.)

2) Martin, Handbuch der Photographie. 1854. S. 9.

3) Phot. Mitth. 1880. Bd. 17, S. 56.

4) Der Einfluss der Glassorte wirkt in der Weise, dass nicht alle durchsichtig erscheinenden Glassorten gleich lichtdurchlassend für die chemisch wirksamen Strahlen sind und mitunter auch das als Kitt dienende Harz nicht ganz farblos ist. Daher kommt es, dass die aus Oeffnung und Brennweite gerechnete Lichtstärke eines Objectives oft eine wesentlich andere ist, als die in der photographischen Praxis beob-

wenigsten, wenn es sich nicht ganz richtig im Gewinde befindet. Erleiden die Linsen eine starke, ungleichmässige Pressung oder Zerrung, so werden sie in ihren optischen Eigenschaften alterirt[1]); es kommt vor, dass ganz correcte Linsen durch gewaltsames Aufschrauben des Ringes auf ein nicht ebenes Objectivbrett so verbogen werden, dass man kein scharfes Bild mehr erhält.

Es ist sehr wichtig, dass auf der inneren Seite der Fassung der Objective keinerlei Reflexlicht oder Glanz sich zeigt. Es reicht nicht hin, dass diese Fassungen inwendig überhaupt geschwärzt sind, sondern es muss dieses Schwarz auch ein völlig mattes sein.

Um die Anwesenheit solcher störenden Reflexe bei einem Objectiv zu entdecken, muss man die matte Scheibe aus der Camera entfernen und von hinten durch das Objectiv hindurchblicken, indem man den Kopf, der, wie gewöhnlich beim Einstellen, mit einem dichten Tuch überdeckt ist, hin und her bewegt. Entdeckt man dabei irgend einen Glanz auf der inneren Wand der Fassung, so hat man die glänzenden Stellen der Fassung mit einem schwarzen matten Firniss zu überdecken.

II. Leitende Gesichtspunkte bei der Prüfung der Objective.

Beim Prüfen und Wählen der Photographen-Objective sind folgende Punkte zu beachten:

1. Bestimmung der Brennweite (beziehungsweise der Lage der beiden Hauptpunkte).

2. Bestimmung der wirksamen Oeffnung und relativen Helligkeit der Objective (beziehungsweise der relativen Belichtungszeiten).

3. Prüfung auf Achromasie (Ermittelung von eventuell vorhandener Focusdifierenz).

4. Prüfung auf Deutlichkeit des Bildes, eventuell auf Kugelgestaltsfehler (sphärische Abweichung).

---

achtete. Zur genauen Vergleichung der Helligkeit zweier Objective darf man sich demnach nicht auf die Rechnung allein verlassen, sondern muss damit photographische Aufnahmen vornehmen.

Dass die Durchsichtigkeit verschiedener Glassorten für die chemisch wirksamen, insbesondere die ultravioletten Strahlen, sehr bedeutende Schwankungen zeigt, wurde schon S. 284 (I. Band 1. Abtheilung) erwähnt. Besonders ungünstig ist Schwer-Flint, während die neuen Jenenser Gläser eine hohe Durchsichtigkeit und Farblosigkeit besitzen.

Aeltere, oft gebrauchte Linsengläser verändern sich manchmal. Es wurde beobachtet, dass von zwei genau gleich lichtstarken Stereoscop-Porträtobjectiven Voigtländer's, das eine, welches zu Vergrösserungen im Sonnenlicht verwendet wurde, nach Verlauf eines Jahres sehr merklich lichtschwächer geworden war, als das andere. Offenbar hatte das Glas eine Veränderung im Lichte erlitten, welche Möglichkeit ja schon längst ausser Zweifel gesetzt ist (Phot. Mitth. 1866).

1) Phot. News. 1880. S. 385.

5. Probe über das richtige Zeichnen der Objective.
6. Bestimmung der Form der Bildfläche.
7. Probe auf Astigmatismus.
8. Falsches Licht und heller Fleck im Bilde.
9. Bestimmung des Gesichtsfeld- und Bildwinkels.
10. Plattengrösse, welche ein Objectiv mit deutlichem Bilde deckt, als nothwendige Folge der Deutlichkeit und des Gesichtsfeldwinkels.
11. Tiefe der Bilder.

Diese Zusammenstellung dient als Uebersicht über die verschiedenen Factoren, welche die Brauchbarkeit eines photographischen Objectives bedingen; im Folgenden ist dies ausführlicher behandelt.

III. Bestimmung der Brennweite.

Stellt man mit einem Objectiv einen sehr weit entfernten Gegenstand ein (z. B. auf die Sonne), so vereinigen sich die Strahlen in einer gewissen Entfernung hinter der Linse zu einem scharfen Bildchen, welche Distanz die „Brennweite" heisst.

Es ist begreiflicherweise nicht einerlei, ob man die Distanz des Brennpunktes bis zur Hinterlinse, oder zur Mitte des Objectives oder bis zu den sogenannten „Hauptpunkten" misst.

Die Bestimmung der Brennweite von der Hinterlinse eines Doppelobjectives gibt ganz unzuverlässige und nicht vergleichbare Zahlen, da dieselben oft um mehrere Centimeter zu niedrig im Vergleich zur wahren Brennweite sind.

Die wahre Brennweite muss von fixen Punkten des optischen Systems gemessen werden und das sind die sog. „Hauptpunkte" (s. S. 1 dieses Bandes) und der sog. „optische Mittelpunkt" (was weniger genau ist).

Bei sehr dünnen Linsen schneiden sich alle Strahlen in einem sog. optischen Mittelpunkte. Bei den allgemein im Gebrauche befindlichen photographischen Objectiven sind zwei an der Hauptaxe gelegene als „Hauptpunkte" (points nodaux) bezeichnete fixe Punkte vorhanden; die vom Gegenstande kommenden Hauptstrahlen zielen auf den ersten Hauptpunkt, und gehen weiter, als kämen sie aus dem zweiten Hauptpunkte, von wo ausgehend sie das Bild entstehen lassen. Von diesem zweiten Hauptpunkte aus rechnet man die wahre Brennweite (vergl. Fig. 162 weiter unten).

Der optische Mittelpunkt liegt zwischen den beiden Hauptpunkten; mitunter fallen sie zusammen, in der Regel aber nicht. Für gewöhnliche photographische Zwecke kann man diese Differenz vernachlässigen, da die Beobachtungsfehler bei den gewöhnlichen Brennweiten-Bestim-

mungen häufig grösser sind, als diese Differenz. Bei exacten Focal-Messungen muss jedoch auf diesen Umstand Rücksicht genommen werden.

A) Gewöhnliche Methode zur Bestimmung der Brennweite.

1. Durch Einstellung auf Unendlich und gleiche Grösse.

Man benutzt hierbei die Eigenschaft der Sammellinsen, dass 1. unendlich weit entfernte Gegenstände sich im Brennpunkte abbilden: 2. dass Gegenstände, deren Bild auf gleiche Grösse eingestellt werde, sich in doppelter Brennweite vor der Linse und 3. das Bild in doppelter Brennweiter hinter der Linse befinden. Somit ist die Distanz zwischen dem sub 1. erhaltenen und dem sub 2. erhaltenen Bildweiten gleich der wahren Brennweite und zwar ist diese Bestimmung recht genau, sobald die Messvorrichtungen an der Camera gut construirt sind.

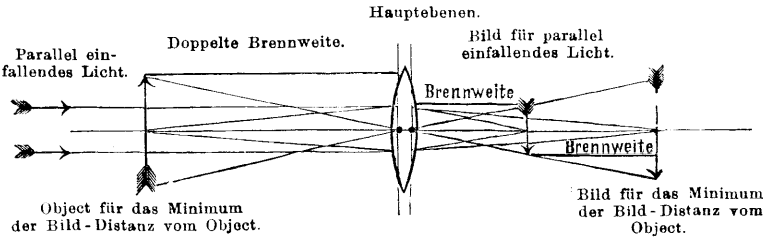


Fig. 162.

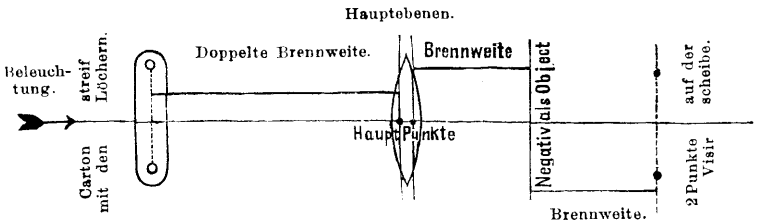


Fig. 163.

Man stellt also in der Camera einen sehr entfernten Gegenstand[1]) scharf ein und die Stellung des Visirscheibenrahmens auf dem Boden der Camera wird genau angezeichnet. Sodann wird ein Gegenstand so eingestellt, dass das Bild genau so gross ist, wie der Gegenstand selbst. Die Stellung des Visirscheibenrahmens wird wiederum genau markirt. Die Entfernung zwischen diesen beiden Punkten ist die wahre Brennweite des Objectivs.

Um auf leichte Art das Bild auf der Visirscheibe in gleicher Grösse einzustellen, bohrt man in die beiden Enden eines Cartonstreifens zwei feine Löcher, legt

1) Ein Abstand von 300 Brennweiten kann in diesem Falle schon als sehr entfernt gelten.

den Streifen auf die Visirscheibe, auf welche eingestellt werden soll und macht durch diese Löcher auf die matte Scheibe zwei kräftige schwarze Bleistiftpunkte. Stellt man nun den Streifen vor der Camera auf und lässt durch jedes der Löcher eine Lichtflamme scheinen, so erhält man zwei helle Kreise auf der Visirscheibe, welche genau die Bleistiftpunkte treffen müssen, wenn das Bild auf gleiche Grösse eingestellt ist[1]).

Fig. 162 und 163 stellt diese Methode bildlich dar. Als Objectiv ist eine einfache Sammellinse gedacht, deren „Hauptebenen" in den sog. Hauptpunkten die Achse schneiden. Beide fallen nicht mit dem Mittelpunkt zusammen.

2. Durch Einstellung auf gleiche Grösse und Division durch vier.

Eine sehr häufig angewendete Methode zur annähernd genauen Bestimmung der Brennweite ist folgende: Man stellt einen Gegenstand (z. B. ein gezeichnetes Quadrat) derartig auf der Visirscheibe scharf ein, dass das Bild auf der matten Scheibe genau die Grösse des Gegenstandes hat. Dividirt man die ganze Entfernung des Gegenstandes bis zum Bilde auf der Visirscheibe durch vier, so erhält man die Brennweite, bezogen auf den optischen Mittelpunkt.

Diese Methode der Brennpunktsbestimmung ist nur bei combinirten Linsensystemen richtig, bei welchen die beiden Hauptpunkte mit dem optischen Mittelpunkte zusammenfallen. Die gefundene Zahl ist in den anderen Fällen meist kleiner als die wahre äquivalente Brennweite.

3. Durch Ausmessen der Bildgrössen bei verschiedener Einstellung.

Da es mitunter schwierig ist, bei der Prüfung von Objectiven den Massstab naturgross einzustellen, so empfiehlt Dr. Stolze (Phot. Nachrichten 1890; Photogr. Mittheilung. Bd. 17, S. 55) folgenden Weg: Man nimmt eine Camera mit einem Auszuge etwa doppelt so lang als die Brennweite des Objectives, stellt mit letzterem auf „Unendlich" ein und markirt die Stellung der Rückwand der Camera am Laufbrett. Dann stellt man auf ein Reissbrett ein, welches der Mattscheibe genau parallel gerückt ist und welches einen Massstab trägt und macht eine Photographie davon. Diese misst man genau. Ebenso bestimmt man den Auszug des Rücktheiles der Camera durch eine zweite Marke. Man misst die Entfernung der beiden Marken (E) und multiplicirt sie mit der Grösse des Massstabes (M) und dividirt durch die Grösse seines Bildes (B) oder in Gestalt einer Formel: Der Focus (f) $= \frac{EM}{B}$.

1) Dr. Schroeder gab ferner ein Mittel an, um mittels eines auf Unendlich eingestellten Fernrohres in einem kurzen Atelier die Ablesung der Einstellung auf Unendlich zu machen (Phot. Mitth. Bd. 23, S. 257).

4. Die Methode von Cornu in Paris

gibt die wahre Brennweite eines Objectives gleichfalls mit hoher Genauigkeit und es sei auf die unten angegebene Quelle verwiesen [1]).

B) Die Methode der Brennweitenbestimmung von Moëssard [2])

mittels des Tourniquets ist auf folgende Eigenschaft des Hauptpunktes einer Linse basirt: Die Lage des Hauptpunktes ist constant für alle Lichtstrahlen, welche unter mässigem Winkel einfallen, so dass man keine Bewegung in der Lage des Bildes eines entfernten leuchtenden Punktes erhält, wenn man die Linse um eine verticale Axe, welche durch den Hauptpunkt geht, dreht. Hierzu dient das „Tourniquet", das in Moëssard's „Etude des lentilles et objectifs photographiques" (Paris, 1889) beschrieben ist [3]) und vom Photographischen Congress 1889 zur genauen Objectivprüfung empfohlen wurde [4]).

Mittels dieses Apparates können bestimmt werden:

1. Die wahre Hauptbrennweite und die Lage der Hauptpunkte,

2. Die Gestalt der Hauptbrennfläche und die Focustiefe oder die Tiefe der Hauptbrennfläche für verschiedene Blenden. Daraus schliesst man auf die Ausdehnung des grössten und kleinsten Bildfeldes.

3. Den Sinn und den Werth der Distorsion und die Grösse des von der Distorsion freien Bildfeldes.

4. Die Lichtintensität an jeder beliebigen Stelle des Bildes und das Feld gleicher Lichtintensität.

Ueberdies kann man sich im Verlaufe der vorerwähnten Untersuchungen über alle Constructionsfehler, welche die Linsen, die Blenden und die Objectivfassung betreffen, leicht Rechenschaft geben.

Princip des Apparates. — Die Verwendbarkeit des Apparates beruht auf der Thatsache, dass ein horizontal befestigtes, um eine durch seinen zweiten Hauptpunkt gehende verticale Achse drehbares Objectiv von genügend entfernten Objecten ein Bild liefert, welches während der Drehung des Objectives auf der Visirscheibe unbeweglich bleibt.

Beschreibung des Apparates. Das „Tourniquet" ist einer gewöhnlichen Camera ähnlich, s. Fig. 164 und 165, hat jedoch verschiedene specielle Bewegungs- und Messvorrichtungsn. Das zu untersuchende Ocjectiv wird an die bewegliche Wand des Rahmens b angeschraubt; diese Wand lässt sich mittels der Schraube ohne Ende VV' vor- und rückwärts bewegen. Der Rahmen b ist um die in einer Verticalen stehenden Zapfen RR' drehbar, in dem Kästchen B untergebracht; das Kästchen B ist mit Ausnahme von zwei gegenüberliegenden kreisförmigen Oeffnungen cc' allseitig geschlossen. Auch diese lassen sich durch ein System fester und beweglicher Ver-

---

1) Journal de Physique. 1877. Bd. 6, S. 276. — Angenommen am Pariser photograph. Congress (Rapports 1889. S. 96).

2) Angenommen am Pariser photogr. Congress. 1889.

3) Im Auszuge „Phot. Correspondenz". 1889. S. 541 und „Pizzighelli, Handbuch d. Phot. 1891. S. 90.

4) Congress international de photogr. Rapports. 1890. S. 31 und 100.

schlüsse derart absperren, dass nur jene Lichtstrahlen von c nach c' gelangen, welche durch das Objectiv hindurch gegangen sind. Die durch die Zapfen RR' dargestellte verticale Drehungsachse wird ausserhalb des Kästchens B durch eine in zwei verticale Spitzen pp' endigende Kurbel MM' in Rotation versetzt. Der Rahmen b kann ohne Reibung innerhalb B eine ganze Drehung vollführen.

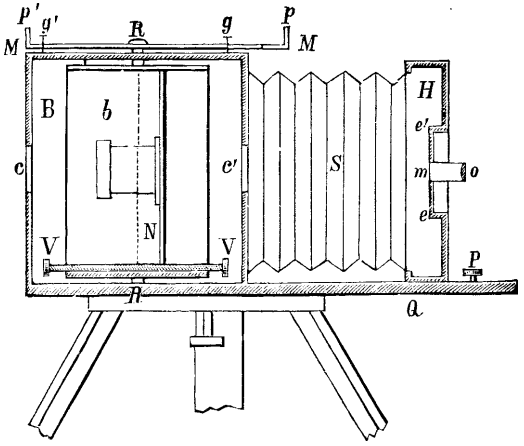


Fig. 164. Moëssard's Tourniquet.

Ein Auszug S verbindet das Kästchen B mit einem auf das Laufbrett Q verschiebbaren Hintertheil H, welcher mittels Zahnstangentrieb P bewegt werden kann. Das Bild wird in der Ebene ee' auf einer Visirscheibe oder auf einem mit dem Ocular O versehenen Mikrometer m von $^1/_{10}$ mm Eintheilung aufgefangen. Der ganze Apparat ruht auf einem festen Dreifussstativ.

Art der Verwendung. — 1. Untersuchung: Bestimmung der Hauptbrennweite und der Hauptpunkte.

Die vordere Wand des Kästchens B lässt sich charnierartig öffnen. Man führt das Objectiv ein und befestigt es mittels Objectivbrett an die bewegliche Zwischenwand des Rahmens b, analog wie bei einer photographischen Camera.

Indem man über die Spitzen pp' visirt, richtet man den Apparat auf eine Zielscheibe von der in Fig. 166 dargestellten Art oder einen entfernten Gegenstand, welcher klein ist und sich rein vom Himmel oder vom weissen Hintergrund abhebt.

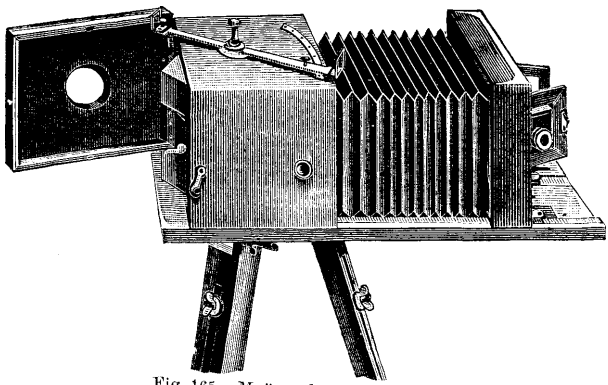


Fig. 165. Moëssard's Tourniquet.

Man stellt dann auf die Visirscheibe ein, ergreift die Kurbel bei M und dreht sie (und damit auch das Objectiv) nach rechts und links; bewegt sich nun das Bild auf der Visirscheibe in demselben Sinne wie die Hand, so ist dies ein Zeichen, dass der zweite Hauptpunkt hinter der Achse RR' sich befindet, und man muss mittels der Schraube VV' das Objectiv nach vorwärts rücken lassen. Im entgegengesetzten

Falle muss man das Objectiv zurückschieben. Man verändert nach und nach die Stellung des Objectivs so lange, bis das Bild auf der Visirscheibe unbeweglich bleibt, ersetzt dann die Visirscheibe durch das Mikrometer und indem man durch das Ocular O blickt, corrigirt man die Einstellung in M und die Stellung des Objectives aufs Genaueste.

Auf einer Scala mit Nonius von $^1/_{20}$ mm des Laufbrettes Q liest man dann die horizontale Entfernung der Achse RR' vom Mikrometer ab. Diese Entfernung ist die wahre Hauptbrennweite.

Um die Lage der Hauptpunkte sichtbar zu machen, werden dieselben auf der Objectivfassung markirt. Hierzu wird durch den Zapfen R, welcher cylindrisch ausgehöhlt ist, ein genau passender Dorn mit centrirter Spitze eingeführt und mit letzterer auf die Objectivfassung ein Zeichen gemacht. Bei der Lage des Objectives, wie in Fig. 164, bestimmt man auf diese Weise den zweiten Hauptpunkt; dreht man die Kurbel um eine halbe Drehung und wiederholt die im Vorigen beschriebenen Operationen, so bestimmt man den ersten Hauptpunkt.

2. Untersuchung: Bestimmung der Hauptbrennfläche und Focustiefe, sowie des ebenen Bildfeldes.

Der Zeiger g, welcher in der Kurbel eingeschraubt ist, bewegt sich auf einem getheilten, auf dem Kästchen B eingelassenen Kreise, mit dem Mittelpunkte in R. Der Nullpunkt entspricht der mittleren Stellung der Kurbel: die Eintheilung ist links vom Nullpunkt negativ, und rechts von demselben positiv. Von 10 Grad zu 10 Grad sind im Kreise kleine Vertiefungen angebracht, in welche der Zeiger g eingelassen werden kann, um auf diese Weise die Kurbel in diesen Stellungen zu fixiren.

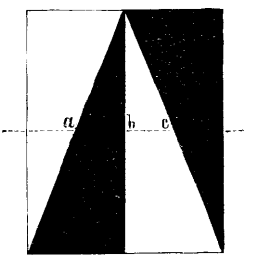


Fig. 166.

Zu dieser Untersuchung, wie zu allen folgenden, muss das Objectiv nach der in 1. angegebenen Weise vorerst mit seinem zweiten Hauptpunkte in der Achse RR' eingerichtet werden. Man arbeitet vorerst ohne Blenden, mit der Kurbel auf dem Nullpunkt, und die feine Einstellung mit dem Mikrometer. Hierauf dreht man die Kurbel um 10 Grad, fixirt sie mit dem Zeiger g und wiederholt die Einstellung mittels des Mikrometers. Die Ablesung auf der Scala des Laufbrettes Q gibt die Brennweite für Strahlen, welche unter 10 Grad gegen die optische Achse des Objectivs geneigt sind; analog verfährt man für die unter 20 Grad, 30 Grad etc. geneigten Strahlen.

Man erhält auf diese Weise, durch Polarcoordination bestimmt, einen horizontalen Schnitt der Hauptbrennfläche; indem man nun das Objectiv mehr oder weniger um seine optische Achse dreht, erhält man so viele Meridianschnitte dieser Fläche, als man eben wünscht.

Man construirt die durch die Polarcoordinaten bestimmten Curven auf Papier und bestimmt in Graden oder Centimetern das kleinste ebene Bildfeld. Man wiederholt die zuletzt angegebenen Operationen mit den verschiedenen Blenden, indem man jedoch diesmal die zwei äussersten Stellungen des Mikrometers misst, bei welchen eine Länge ab oder bc (Fig. 166), deren Bild $^1/_{10}$ mm beträgt, noch sichtbar bleibt. Der Abstand zwischen den zwei äussersten Stellungen des Mikrometers ist die Focustiefe, entsprechend der angewendeten Blende und der Neigung der Lichtstrahlen zur optischen Achse, welche durch den Zeiger g der Kurbel auf den Theilkreis markirt wird.

3. Untersuchung: Bestimmung der Distorsion.

Die Distorsion nähert das Bild eines Punktes der Mitte des Bildes oder entfernt es davon, je nach ihrem Sinne, und das umsomehr, je entfernter der Punkt von der Mitte ist.

Daraus ergibt sich, dass in dem Falle, als Distorsion vorhanden ist, das Bild eines Punktes, welcher mit der Mitte des Mikrometers übereinstimmt, wenn die Kurbel auf dem Nullpunkt steht, sich nach rechts oder links bewegen wird, sobald man die Kurbel dreht. Das Mass dieser Verschiebung des Bildes am Mikrometer, für verschiedene Neigungen der Lichtstrahlen angenommen, gibt die Grösse der Distorsion, welche eine positive oder äussere ist, wenn die Verschiebung des Bildes der Bewegungsrichtung der Kurbel entgegengesetzt ist, und eine negative oder innere, wenn sie damit übereinstimmt.

Anmerkung. Wenn man in der ersten Untersuchung die Brennweite sucht, werden bei einem Objective, welches nicht frei von Distorsion ist, die beiden Bewegungen der Bilder, hervorgerufen durch die Bewegung des Hauptpunktes und durch Distorsion übereinanderfallen. Es könnten dadurch Zweifel über die wahre Lage des Hauptpunktes entstehen. Es muss hierzu bemerkt werden, dass man über das Vorhandensein der Distorsion allsogleich durch die Aenderung in der Grösse des Bildes aufmerksam gemacht wird. Anderseits ist die Bewegung des Bildes, welche dadurch hervorgebracht wird, dass der Hauptpunkt sich nicht in der Achse RR' befindet, veränderlich mit der Stellung des Objectives und immer ein Maximum im Nullpunkt, während die Bewegung, welche von der Distorsion verursacht wird, constant und ein Minimum im Nullpunkt ist.

Wenn beide Bewegungen übereinanderfallen, ergibt sich keine Schwierigkeit, da man ja gleich weiss, ob man das Objectiv vor- oder zurückschieben muss; wenn sie jedoch einander entgegengesetzt sind, zeigt das Bild beim Bewegen des Objectivs eine unregelmässige Vibration. Die durch den Hauptpunkt erzeugte anfängliche Bewegung in einer Richtung hört plötzlich auf und nimmt dann eine entgegengesetzte, von der Distorsion hervorgebrachte Richtung an. Diese Erscheinung wird dem Beobachter als Richtschnur dienen.

4. Untersuchung: Bestimmung der Helligkeit des Bildes.

Zur Bestimmung der Helligkeit eines jeden Theiles der Bildfläche erhält der in Fig. 164 dargestellte Apparat einige Ergänzungen, welche in Fig. 167 schematisch dargestellt sind.

t ist ein kleines Holzrohr, welches in einem unter 45 Grad geneigten Spiegel endet; letzterer reflectirt in das Ocular o des Mikrometers das Licht der Lichtquelle b, welches durch eine kreisförmige Oeffnung c von 4 mm Durchmesser hindurchgeht. Der Spiegel nimmt nur die Hälfte des Ocularfeldes ein; die andere Hälfte empfängt direct das Licht einer zweiten Lichtquelle b', welche durch die Oeffnung c' und durch das Objectiv hindurchgeht. Der Durchmesser von c' ist ebenso wie jener von $c = 4$ mm.

e und e' sind zwei kleine Schirme aus Mattglas, welche mit Ausnahme eines sehr kleinen Halbkreises geschwäzzt sind; sie sind derart disponirt, dass sie, durch das Ocular gesehen, in $e'e''$ nebeneinander gestellt erscheinen, wie dies in $e_2 e_2'$ angedeutet ist.

Man stellt derart ein, dass das Bild, die Oeffnung c' der Lichtquelle b', auf den verticalen Durchmesser des durchscheinenden Halbkreises in e' falle. Die beleuchtete Oeffnung c' ist in constanter Entfernung vom Apparate; jene e wird derart genähert oder entfernt, bis die Beleuchtung der beiden Halbkreise e_2 und e_2' die gleiche ist.

Da nun die Lichtquellen $b\,b'$, die Oeffnungen $c\,c'$ und die Entfernung r der Oeffnung c vom Objectiv constant sind und nur die Entfernung d der beweglichen Lichtquelle geändert wird, um beide Theile der Kreishälften $e_2\,e_2'$ gleich zu machen, da weiter die Helligkeit in e_2 dem Quadrate von d umgekehrt proportional ist, so muss auch die ihr jedesmal gleiche Helligkeit in e_2' in demselben Verhältnisse zu d stehen. Es wird daher bei verschiedenen Helligkeiten Σ und Σ_1 von e_2', welche die Entfernungen d und d_1 der Lichtquelle b erfordern, damit die Helligkeit in e_2 = jener in e_2' werde, immer die Gleichung $\Sigma : \Sigma_1 = d_1^2 : d^2$ stattfinden, wovon:

$$\Sigma = \Sigma_1 \frac{d_1^2}{d^2}.$$

Setzt man nun z. B. am Beginne der Untersuchung für eine normale Stellung des Objectives und für die grösste Blende sowohl die Helligkeit $\Sigma_1 = 1$, als auch die Entfernung $d_1 = 1$, so erhält man für jede andere Stellung oder für jede andere Blende den Werth der Helligkeit immer durch die Gleichung

$$\Sigma = \frac{1}{d^2}$$

ausgedrückt, d. h. die Helligkeit der Flächeneinheit des Bildes ist dem Quadrate der Entfernung der beweglichen Lichtquelle vom Schirme umgekehrt proportional.

Die so erhaltenen Werthe sind untereinander nur unter der Bedingung vergleichbar, dass die Lichtstärke der Lichtquelle, die Durchmesser der Oeffnungen c und c' und die Entfernung r constant seien.

Die Messungen nimmt man mit den verschiedenen Blenden vor und bei verschiedener Neigung der Objectivachse. Aus den erhaltenen Werthen der Helligkeit der einzelnen Bildtheile schliesst man auf das Feld von gleicher Helligkeit.

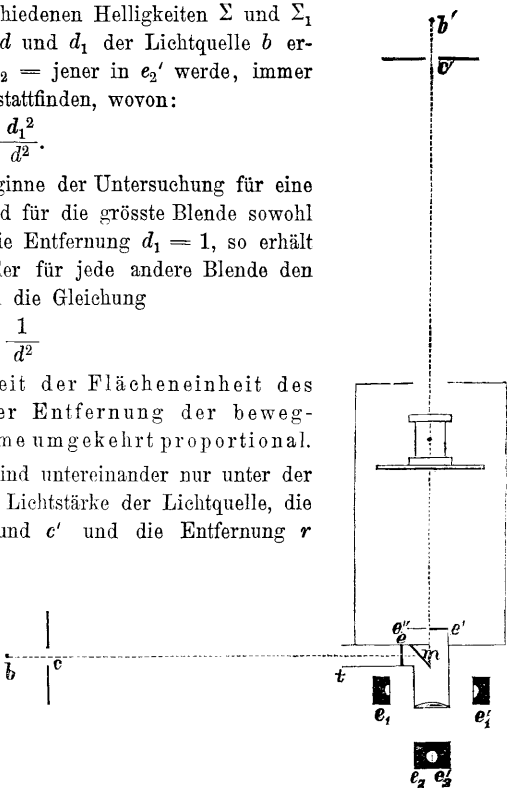


Fig. 167.

5. Constructionsfehler.

In den vorbeschriebenen Untersuchungen kann man verschiedene Variationen wahrnehmen, die Linsen einzeln untersuchen etc. Wenn die Construction des Objectives richtig ist, werden die Resultate der Theorie entsprechen und vollständig symmetrisch bezüglich der Bildachse sein. Der geringste Constructionsfehler jedoch wird Anomalien mit sich bringen, deren Ursache der Beobachter bald herausfinden wird.

IV. Bestimmung der wirksamen Oeffnung und relativen Helligkeit der Objective, sowie der relativen Belichtungszeiten.

A) Bestimmung der wirksamen Oeffnung.

In der Regel nimmt man in der photographischen Praxis den grössten Linsendurchmesser des Objectives, oder richtiger den Durchmesser der Objectivfassung, durch welche das Licht frei einfallen kann,

als den Durchmesser der wirksamen Oeffnung an. Werden Blenden angewendet, so nimmt man in derselben Weise die jeweilige Blendenöffnung gleich der wirksamen Oeffnung an, was jedoch nur bedingungsweise für einfache Landschaftslinsen mit vorgesetzter Blende Gültigkeit hat.

Der Blendendurchmesser ist jedoch keineswegs allein massgebend für die wirksame Oeffnung des Objectives und es entsprechen die darauf gegründeten Berechnungen der Helligkeit von Doppelobjectiven durchaus nicht strengeren Anforderungen, sondern haben nur eine annähernde Gültigkeit.

Bei Aplanaten, Euryscopen etc. und ähnlichen zusammengesetzten Linsen mit Centralblenden ist (wegen der Convergenz der Lichtstrahlen zwischen den Einzellinsen) die wirksame Oeffnung um circa $^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$ grösser als der Blendendurchmesser.

Betrachtet man den Strahlengang von parallel in das Objectiv einfallenden Lichtstrahlen, so sollten sie sich sämmtlich im Brennpunkte schneiden, wenn nicht die Blende oder der undurchsichtige ringförmige Theil der Objectivfassung einen Theil der Randstrahlen zurückhielte. Denkt man sich den von der Blende (welche sich hinter der Vorderlinse befindet) herausgeschnittenen Lichtkegel (dessen Spitze F auf der matten Scheibe liegt) nach dem vorderen Linsenglase (AB) verlängert, so schneidet derselbe die Linsenoberfläche in einem Kreise, dessen Durchmesser grösser als die Blendenöffnung (CD) ist (Fig. 168). Nun verhalten sich die Durchmesser der Kreise wie die Höhen ähnlicher Kegel, deren Basis sie sind, d. h. in unserem Falle, sie verhalten sich wie die Entfernung der Blende zur Entfernung der Vorderlinse von der Mattscheibe. Es ergibt sich, dass im Allgemeinen die Oeffnung durch einfaches Messen des Blendendurchmessers um so fehlerhafter bestimmt wird, je weiter die Blende von der Vorderlinse absteht und je kürzer deren Focus ist. Es lässt sich die wirksame Oeffnung leicht berechnen; nach E. Miethe (Deutsche Photogr.-Zeitung. 1887. S. 386. Eder's Jahrbuch für 1889) nennt man den Abstand der Blende von der auf Unendlich eingestellten Visirscheibe b, den der Vorderlinse[1]) von der Visirscheibe v, den Blendendurchmesser d und den wirksamen Oeffnungsdurchmesser o, so ergibt sich die Gleichung

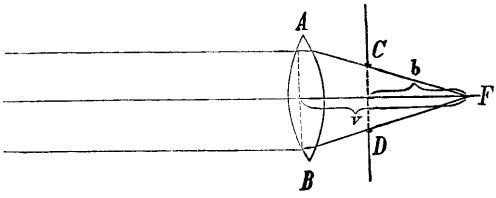


Fig. 168.

$$o = d \cdot \frac{v}{b}.$$

Beispiel: Bei einem Porträtobjectiv war der Blendendurchmesser = 27,2 mm, die Entfernung von der Mattscheibe bis zur Blende = 227,1 mm, Entfernung der

1) Bei einem Doppelobjectiv entfernt man die Hinterlinse, schiebt die zu untersuchende Blende (deren Durchmesser gemessen ist) ein und stellt auf ein entferntes Object ein, worauf die oben angegebenen Grössen b, v und d gemessen werden.

Mattscheibe von der Vorderlinse = 282,3 mm. Daraus ergibt sich die wahre Objectivöffnung zu

$$27{,}2 \text{ mm} \cdot \frac{282{,}3}{227{,}1} = 33{,}8 \text{ mm}.$$

In diesem Falle wäre die richtig berechnete Lichtstärke 1,61 gewesen und nach der gewöhnlichen ungenauen Methode aber bloss 1,00, also merklich zu wenig.

Auch diese Rechnung gibt kein ganz zuverlässiges, für alle Linsensysteme giltiges Resultat.

Dr. Stolze zeigte, dass die nach Dr. Miethe's einfacher Formel gerechneten „wirksamen Objectivöffnungen" nur in ganz besonderen Fällen für parallele Strahlen richtig sind. Er wies nach (Photogr. Wochenbl. 1888. S. 73), dass bei Einzellinsen mit vorderer Blende die Lichtkraft wächst, wenn der Abstand der Blende zunimmt und die Entfernung des leuchtenden Punktes abnimmt. Bei Einzellinsen mit hinterer Blende wächst die Lichtkraft, wenn der Abstand der Blende zunimmt und der leuchtende Punkt sich entfernt. Bei den Doppelobjectiven mit centraler Blende gestalten sich die Verhältnisse eigenthümlich: Wenn man bei Landschaftslinsen und Doppelobjectiven genau gleicher Brennweite gleiche Blenden verwendet, so werden bei Einstellung auf Unendlich die Doppelobjective — abgesehen von innerer Absorption und Reflexion — die grössere Lichtkraft haben. Aber dieser Unterschied vermindert sich, je mehr die Objecte an das Objectiv heranrücken. Jetzt nimmt die Lichtkraft der Doppelobjective relativ ab und die der Landschaftsobjective zu. Während daher bei allen Doppelobjectiven der dem Objective nahe liegende Vordergrund verhältnissmässig lichtschwächer zeichnet als seiner „wirklichen Helligkeit" entspricht, tritt bei Landschaftslinsen mit Vorderblende das Entgegengesetzte ein (Phot. Wochenbl. 1888. Seite 74).

Die weitaus verlässlichsten Resultate bei der Bestimmung der wahren wirksamen Oeffnung der Objective erhält man nach Steinheil's Methode, welche zunächst für parallel einfallende Strahlen gilt, aber auch Strahlen von verschiedenem Einfallswinkel angepasst werden kann. Sie besteht in folgendem: Man stellt die Camera auf einen sehr weit entfernten Gegenstand ein, vertauscht dann die Visirscheibe mit einem Schirm [1]), in welchem genau in der Mitte, wo die Objectivachse ihn trifft, ein rundes Loch von 3—4 mm Durchmesser eingeschnitten ist. Hinter dieses Loch stellt man eine Lichtflamme, deckt vorne über die Objectivfassung ein Stück Seidenpapier und misst nun die Lichtkreise, welche beim Einstecken der verschiedenen Blenden von den unter diesen Umständen parallel aus dem Objective austretenden Lichtstrahlen auf das Seidenpapier gezeichnet werden. Die gefundenen Zahlen (Durchmesser des Lichtkreises) geben die den verschiedenen Blenden entsprechenden Durchmesser der wahren wirksamen Oeffnung.

Da das Ausmessen des Lichtkreises am Seidenpapier nur schwer mit der nöthigen Genauigkeit durchzuführen ist, so empfiehlt sich noch besser die photographische Bestimmung, indem man vor das Objectiv

1) Z. B. eine undurchsichtige Blechplatte oder Carton.

(im Finstern) eine photographische Trockenplatte befestigt, mit einem schwarzen Tuche lichtdicht verhüllt und dann den Lichtkreis photographirt. An Stelle der Kerzenflamme ist das Abbrennen eines 3 cm langen Stückes Magnesiumband vor dem durchlochten Schirme vortheilhafter, um den Lichtkreis, welcher der wirksamen Oeffnung entspricht, bequem photographiren und den Durchmesser desselben genau messen zu können (Belitski in Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1890. S. 13).

In neuerer Zeit ziehen die Optiker, wie Dr. Rudolph in Jena (Firma Zeiss), Goerz in Berlin-Schöneberg, ausschliesslich die wahre wirksame Oeffnung in Betracht[1]). Bei Landschaftslinsen mit vorgesetzter Blende ist die wirksame Oeffnung gleich dem Blendendurchmesser.

B) Die Lichtkraft der Objective und relative Belichtungszeit unter Anwendung verschiedener Blenden.

Da von den Lichtstrahlen, welche ein Linsensystem treffen, ein Theil an den Flächen reflectirt, ein anderer Theil von der Glasmasse absorbirt wird, so ist zu erwarten, dass die wirkliche Helligkeit eines Bildes stets hinter der berechneten zurückbleibt.

Die wirkliche Helligkeit beträgt nach Lambert bei dem Durchgang durch eine Linse $^5/_6$ der berechneten (Schwächungscoëfficient). Enthält das System m Linsen, so ist der Schwächungscoëfficient $(^5/_6)\,m$ anzunehmen. Es sind jedoch Doppel- und Tripletlinsen mit übereinstimmenden und gekitteten inneren Flächen, da an diesen keine Reflexion stattfindet, für eine einzige Linse zu rechnen.

Die Lichtkraft eines Objectives wird bestimmt: 1. durch ihre Construction, nämlich durch das Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite, und 2. durch die Färbung des Glases (s. Bd. I, 1. Hälfte, S. 213 und 284 und diesen Band S. 199).

1. Für die Lichtkraft oder Helligkeit eines Objectives ist das Verhältniss von wirksamer Oeffnung zur Brennweite massgebend[2]). Die Lichtkraft zweier Objective verhält sich wie die Quadrate der Durchmesser der Oeffnungen (resp. der Blenden), und umgekehrt wie die Quadrate der Brennweiten. Wenn f und F die Brennweiten, a und A die Durchmesser der Oeffnungen zweier Objective sind, so gilt das Verhältniss der Lichtkraft $\frac{a^2}{f^2} : \frac{A^2}{F^2}$. Da nun die Expositionsdauer verkehrt

1) Den Vorschlag hierfür hatte man schon im Jahre 1885 in englischen Journalen (Phot. News. 1885. S. 577. Phot. Wochenbl. 1885. S. 323) gemacht.

2) Das Verhältniss des grössten wirksamen Linsendurchmessers zur Brennweite nennt man speciell die „relative Grösse" des Objectives, das Verhältniss des Durchmessers der grössten wirksamen Blendenöffnung: „die relative Oeffnung" des Objectives, welche mit der „relativen Helligkeit" des Systems zusammenfällt.

proportional der Lichtkraft sich verhält, so ist das Verhältniss der Expositionszeiten $\frac{f^2}{a^2} : \frac{F^2}{A^2}$.

Mit anderen Worten: Man findet die Lichtstärke der Objective, wenn man die Oeffnung der Linse oder Blende durch die Brennweite dividirt und den Bruch ins Quadrat erhebt.

	Petzval'sches Porträt-objectiv	Steinheil's Antiplanet	Aplanat	Weitwinkel-Aplanat
Z. B. sei die Oeffnung dividirt durch die Brennweite	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{20}$
so ist das Verhältniss der Lichtstärke wie	$\left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{1}{16}$	$\left(\frac{1}{5}\right)^2 = \frac{1}{25}$	$\left(\frac{1}{6}\right)^2 = \frac{1}{36}$	$\left(\frac{1}{20}\right)^2 = \frac{1}{400}$

Demnach ist das Verhältniss der Belichtungszeiten bei voller Oeffnung wie

16 : 25 : 36 : 400

oder wie 1 : $1^1/_2$: $2^1/_8$: 25.

In derselben Weise bestimmt man das Verhältniss der Lichtstärke (Helligkeit) bei verschiedenen Blenden.

Jeder Photograph soll sich eine Tabelle anlegen, worin die relative Lichtstärke seiner Objective, sowie deren Helligkeit für jede einzelne Blende angegeben ist; es werden dann viel weniger Fehl-Expositionen gemacht werden.

Es ist als ein grosser Fortschritt zu bezeichnen, dass man in neuerer Zeit auf jedes Objectiv die Zahlen eingravirt, wodurch ein sicheres Mittel zur Bemessung der Belichtungszeit gegeben ist (s. ausführlich Seite 192).

V. Prüfung auf chromatische Abweichung oder sogenannte Focus-Differenz.

Ein monochromatisches Licht, welches nicht aus mehreren farbigen Lichtstrahlen zusammengesetzt ist, würde alle Strahlen nach dem Durchgange durch eine Sammellinse BC (Fig. 169) in einem einzigen Punkte A vereinigen, falls die Strahlen zz parallel einfallen.

Bei weissem Tageslichte aber, welches aus verschiedenfarbigem Lichte besteht, haben die violetten Strahlen die kürzeste Vereinigungsweite, dann folgen die grünen und endlich die rothen (Fig. 170).

Für rein optische Instrumente nun kommt in Betracht, dass Roth, Orange, Gelb und Grün den dem Auge bei weitem am hellsten erscheinenden Theil des Spectrums bilden, während Blau und besonders Violett mehr schattenartig erscheint. Bei diesen Instrumenten sucht

man diese hellsten Lichtstrahlen zu möglichst vollständigem Zusammenfallen zu bringen und vernachlässigt die blauen und violetten, weshalb denn auch selbst gute Fernrohre schwach blaue Ränder zeigen. Wenn man nun aber ein solches Instrument zum Photographiren benutzen will, so liegt die Sache anders, weil gerade die blauen und violetten Strahlen photographisch wirksam sind. Man müsste daher, wenn man mit solchen Linsen, bei welchen der „optische und chemische Focus" auseinander liegen („Focusdifferenz"), die Visirscheibe wieder um ein gewisses erfahrungsmässig festzustellendes Stück dem Objectiv nähern und so zwar scheinbar das Bild unscharf machen, in Wirklichkeit aber nur den Focus der blauen und violetten Strahlen einstellen.

Da nun diese Methode der Einstellung (s. S. 52) höchst unbequem ist, so berechnet man die Linsen derartig, dass die gelben (d. i. die optisch hellsten) und die blauen (d. i. die photographisch wirksamsten) Strahlen zusammenfallen und erhält so Objective „ohne chemischen Focus".

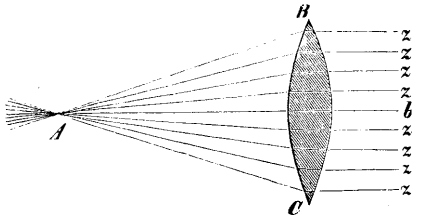


Fig. 169.
Vereinigungspunkt monochromatischer Strahlen.

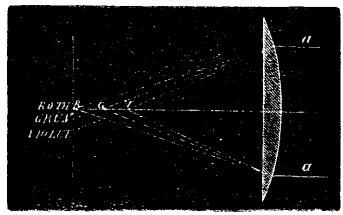


Fig. 170.
Farbenzerstreuung.

Diese Verhältnisse wurden bereits auf Seite 20 und 52 auseinandergesetzt und es sollen hier nur die Methoden zur Prüfung auf Focusdifferenz folgen, wozu ausdrücklich bemerkt ist, dass moderne Objective völlig frei von Focusdifferenz sein sollen.

Eine compendiöse Vorrichtung zur Prüfung auf Focusdifferenz ist die folgende, welche von Claudet unter dem Namen „Focimeter" beschrieben wurde.

Einige Meter von dem zu prüfenden Objectiv entfernt wird der Focimeter aufgestellt, dessen Bild sich in der Mitte des Einstellglases zeigen muss. Dieser Focimeter (Fig. 171) besteht aus 8 Segmenten von numerirten Cartons, welche in verschiedenen Entfernungen zum Objectiv auf einem Holzcylinder angebracht sind, so dass ihre Zusammenstellung, von vorne gesehen, einen Kreisbogen bildet. Man stellt nun den Carton No. 5 sehr genau und scharf ein, und, um jeden Irrthum zu vermeiden, bedient man sich einer matten Visirscheibe, welche in die Cassette an jener Stelle eingelegt wird, wo sich später die empfindliche Platte befindet.

Ist dies geschehen, so ersetzt man das matte Glas durch eine empfindliche Platte, macht ein Bild und beobachtet, ob der Carton No. 5 ganz scharf erscheint. Wenn dies nicht der Fall, so besitzt das Objectiv einen chemischen Focus. Sobald der Carton No. 6, 7 oder 8 schärfer ist (anstatt des eingestellten No. 5), so ist der chemische Focus länger als der optische, und nach jeder Einstellung muss der Auszug der Camera um eine mit der Entfernung des zu reproducirenden Objectes sich verändernde Distanz verlängert werden. Wenn No. 1, 2, 3 oder 4 sich im Bilde schärfer zeigen, so hat man den umgekehrten Fall.

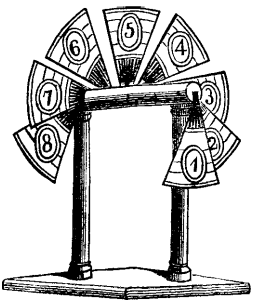


Fig. 171. Focimeter.

Am bequemsten ist die Vereinigung der Probe auf Focusdifferenz mit jener auf Kugelgestaltsfehler mittels zweier gekreuzter Massstäbe (s. Seite 217).

VI. Prüfung auf die Schärfe und Deutlichkeit des Bildes, ferner auf sphärische Abweichung und Astigmatismus.

A) Allgemeine Anforderungen an die sogenannte Bildschärfe.

Die von einem Punkte ausgehenden Strahlen zeichnet das Objectiv auf der matten Scheibe nicht sowohl als Punkte, denn als Scheibchen, die aber klein genug sein müssen, um dem Auge als Punkte zu erscheinen. Daraus folgt aber, dass es überhaupt gar nicht nöthig ist, ein Objectiv so zu construiren, dass sich die von einem Punkte ausgehenden Lichtstrahlen wieder in einem Punkte treffen. Es ist ausreichend, wenn der Querschnitt des gebildeten Strahlenbüschels auf eine längere Strecke hin klein genug ist, um dem Auge als Punkt zu erscheinen.

Man kann im Allgemeinen annehmen (Dallmeyer u. A. acceptiren dies), dass ein Bildkreis von $^1/_4$ mm (= $^1/_{100}$ englischer Zoll), in normaler Sehweite von ungefähr 24 cm betrachtet, als scharfer Punkt erscheint; hierbei bilden die vom Rande nach dem Auge gezogenen Strahlen einen Winkel von circa 1 Winkelsecunde. Man kann hierbei noch drei Linien auf 1 mm getrennt erkennen. Für besonders hohe Schärfe ist die zulässige Unschärfe nur $^1/_{10}$ mm.

Der Begriff der „Schärfe" ist ein variabler. Dr. Stolze (Phot. Nachrichten. 1890. S. 286) macht darauf aufmerksam, dass das menschliche Auge im besten Falle im Stande ist, Gegenstände, welche etwa unter 50—147 Winkel-Secunden gesehen werden, zu trennen[1]); je nach den Beobachtern und der Art der Objecte treten die

1) Helmholtz, Physiologische Optik. S. 218.

Unterschiede auf. Nimmt man als Mittelwerth einen Winkel von 90 Secunden, der also angibt, wie gross die Unschärfe einer Linie sein kann, ohne dem Auge bemerkbar zu werden, so sieht man sogleich, dass die Unschärfe proportional dem Abstande des Bildes wachsen muss. Es ergeben sich folgende Zahlen:

Abstand des Bildes in Centimetern	Zulässige Unschärfe in Millimetern
12,5	0,05
25	0,11
50	0,22
75	0,33
100	0,44
150	0,65
200	0,87
250	1,09

Gewöhnlich betrachtet man 0,1 mm als gute Grenze feiner Schärfe, bei einer normalen Sehweite von beiläufig 24 cm. Als die zulässige Unschärfe bei Objectiven, welche nicht zu feinen Reproductionen dienen, kann man bei geringeren Anforderungen noch 0,4 mm betrachten. — Sollen die Bilder, z. B. bei Vergrösserungen, in grösserem Abstand betrachtet werden, so genügt eine Unschärfe von fast einem halben Millimeter. Dies geschieht, wenn man ein gutes Cabinetbild (Unschärfe = 0,11 mm) vierfach vergrössert; nimmt man an, dass das Cabinetbild mit einem Objectiv von 25 cm Brennweite aufgenommen wurde, so sollte es bei 4 maliger Vergrösserung in einem Abstand $4 \times 25 = 100$ cm betrachtet werden; die Schärfe genügt dann vollständig.

B) Vertheilung der Schärfe bei Objectiven.

Das Bild einer Linse, welche sphärische Abweichung (Kugelgestaltsfehler) besitzt, ist auf seiner ganzen Fläche unscharf, wie man z. B. bei einer einfachen Landschaftslinse ohne Blendung beobachten kann. Wenn man die Randstrahlen durch Blenden abschneidet, so wird das Bild sofort scharf. Der Grund wird durch das Nachstehende veranschaulicht:

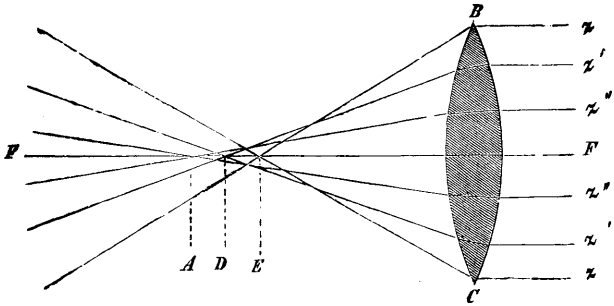


Fig. 172. Sphärische Abweichung.

Es lässt sich durch Rechnung nachweisen, dass die parallelen Strahlen z'' (Fig. 172), welche auf eine Linse mit sphärischen Flächen BC,

deren Oeffnung sehr klein ist, fallen, sich in einem mathematischen Punkte *A* vereinigen. Aber wenn die Oeffnung der Linse zunimmt, vereinigen sich die Strahlen $z' z$ mehr in der Nähe derselben, in *D* und in *E*. Allerdings wird hierdurch eine grössere Tiefe des Focus für eine mässige Bildschärfe erzielt (vergl. S. 238).

Daraus geht hervor, dass die Bilder im Brennpunkte der Linsen nicht scharf begrenzt sind, ausgenommen im Centrum, selbst wenn diese Linsen eine sehr kleine Oeffnung haben, wie es bei den einfachen Objectiven der Fall ist.

Die aplanatischen Objective (Petzval's Doppelobjectiv, Aplanat, Antiplanet, Euryscop, Anastigmat, Triplet etc.) sind in Bezug auf sphärische Abweichung corrigirt und geben aber bei voller Oeffnung ein klares scharfes Bild in der Centralfläche der Visirscheibe. Bei den nicht aplanatischen Objectiven (einfache Landschaftslinse, Kugelobjectiv, Pantoscop) ist dies nicht der Fall und darum geben sie ohne Blende ein durchweg verschwommenes Bild.

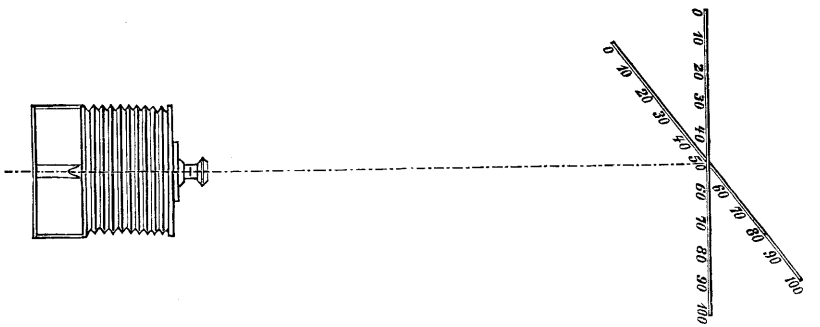


Fig. 173. Objectiv-Prüfung.

Die sphärische Abweichung kann durch Vorsetzen von Blenden, passende Wahl der Krümmungshalbmesser und durch Linsencombination beseitigt oder vermindert werden.

Um zu prüfen, ob die sphärische Abweichung (der Kugelgestaltsfehler) behoben ist und ob das Bild eben ist, wenn auch unter Abnahme der Deutlichkeit von der Mitte gegen den Rand, schlägt man nach Steinheil folgenden Weg ein, indem man zugleich darauf achtet, ob das Bild gegen den Rand zu keine farbigen Ränder gibt (d. h. ob die verschiedenfarbigen Bilder nicht ungleich gross sind). Man kann hiermit zugleich die Prüfung auf die Focusdifferenz vereinigen.

Es werden zwei Scalen aufgestellt, die eine senkrecht zur Visirlinie, die andere unter 45 Grad gegen diese, so dass die Visirlinie des Apparates die Stelle trifft, an welcher sich die beiden Scalen kreuzen (Fig. 173). Beide Scalen haben Vertical- und Horizontal-Linien. Man stellt eine

Camera in einer Distanz von nicht unter 5 Brennweiten des zu prüfenden Objectives auf und indem man nun ein mattes Glas in die Cassette einlegt, stellt man unter Anwendung der grösseren Blende (Blindblende) des Objectives in der Art ein, dass der Kreuzungspunkt der Scalen (auf jeder 50) möglichst scharf eingestellt ist und dass zugleich auf der unter 45 Grad geneigten Scala eine gleiche Anzahl der Theilstriche vor und hinter 50 noch ziemlich deutlich erscheinen, oder vielmehr, dass die Deutlichkeit nach beiden Seiten gleichmässig abnimmt; ist in dieser Art optisch streng eingestellt, so wird an Stelle des matten Glases die präparirte Platte eingelegt[1]) und exponirt. Kommt von der schrägen Scala dieselbe Nummer am deutlichsten, die optisch am schärfsten eingestellt war, so ist kein chemischer Focus vorhanden; kommt eine Nummer, die näher als 50 ist, am deutlichsten, so ist die Brennweite der chemisch wirksamen Strahlen kürzer, als die der optischen (Farbenfehler nicht compensirt) und im entgegengesetzten Falle übercompensirt.

Nun legt man eine zweite präparirte Platte ein und exponirt wieder, nachdem man an der ganzen Aufstellung nichts geändert hat, als dass beim Objective an die Stelle der Blindblende eine solche von circa $^1/_3$ Durchmesser derselben eingeschoben wird. Kommt jetzt dieselbe Nummer der schrägen Scala am deutlichsten, die beim Photographiren mit der Blindblende am deutlichsten gewesen war, so ist kein Kugelgestaltsfehler vorhanden. Kommt mit der kleineren Blende eine entfernter liegende Nummer als deutlichste, als die mit der Blindblende am schärfsten war, so ist die Brennweite der Mitte des Objectives länger, der Kugelgestaltsfehler ist nicht compensirt, im entgegengesetzten Falle aber übercompensirt.

Es ist günstiger, wenn Kugelgestalts- und Farbenfehler etwas übercompensirt sind, als wenn sie nicht compensirt sind.

Es soll also die Nummer, welche beim Photographiren mit der Blindblende am deutlichsten kommt, eher etwas weiter entfernt sein als diejenige, welche mit derselben Blende optisch möglichst scharf eingestellt war, und es soll beim Photographiren mit der kleinen Blende eine Nummer möglichst deutlich kommen, die etwas näher liegt als jene, die am deutlichsten kam, als mit der Blindblende photographirt wurde.

Sind Kugelgestalts- und Farbenfehler genügend behoben, so müssen bei dem Bilde der senkrecht auf die Visirlinie gelegten Scala wenigstens die Verticallinien gegen den Rand hin deutlich bleiben; ist dies nicht der Fall und das optische Bild zeigt nicht gegen den Rand hin viel stärker werdende farbige Säume der verticalen Linien, so ist das Bild

1) Es ist wichtig zu untersuchen, ob die matte und präparirte Platte eben ist.

nicht eben; zeigt aber das optische Bild diese Farbensäume an den Verticallinien, so haben die Bilder der verschiedenfarbigen Strahlen ungleiche Grösse und das Objectiv für die verschiedenenfarbigen Strahlen verschiedene Brennweiten (s. Astigmatismus).

Was die Deutlichkeit des Bildes in der Mitte anbelangt, so ist aufmerksam zu machen, dass, wenn auch der Kugelgestaltsfehler behoben ist, die Deutlichkeit noch keine absolute wird, da noch Zwischenfehler vorhanden sind. Sind Strahlen, die von einem abzubildenden Punkte ausgehen und von denen einer den Rand, der andere nahe an die Mitte des Objectives trifft, auch genau vereinigt, so wird ein dritter Strahl, der z. B. in $^2/_3$ des Abstandes von der Achse gegen den Rand hin das Objectiv trifft, nicht mehr vereinigt sein, sondern früher die Achse schneiden. Ausser diesem Fehler ist noch ein zweiter vorhanden; ist der Kugelgestaltsfehler für die violetten Strahlen streng behoben, so ist dies für die anderen Farben nicht mehr der Fall; für ultraviolette Strahlen wird die Brennweite des Randes länger, die der Achse kürzer; bei blauen tritt der umgekehrte Fall ein: die Strahlen des Randes haben eine kürzere, die nahe der Achse eine längere Vereinigung. Da nun alle diese Strahlen gleichzeitig wirken, so ist es klar, dass sie sich nirgends zu einem Punkte vereinigen, sondern nur an einer Stelle ein kleinstes Scheibchen bilden; an diese Stelle legt man die Ebene der deutlichen Einstellung und diese soll dieselbe sein für die verschiedenfarbigen Strahlen, wenn der chemische Focus behoben ist.

Gibt man einem Objective im Verhältniss zur Brennweite eine grosse Oeffnung, so werden auch diese Zwischenfehler gross sein und wenn man auch durch Anwendung engerer Blendungen den Durchmesser des Scheibchens, das ein Punkt sein sollte, kleiner bekommt als mit der grossen Blende, so bekommt man es doch nicht so klein, als man es bekommen könnte, wenn die Strahlen für die kleine Blendungsöffnung möglichst richtig gelegt worden wären.

Hieraus folgt, dass für jene Fälle, welche die grösste Schärfe der Bilder erfordern (Reproductionen von Stichen in Strichmanier) mit Vortheil nur solche Objective verwendet werden können, bei denen der Kugelgestaltsfehler und der chemische Focus für kleine Blendungsöffnung behoben sind und welche deshalb auch grössere Helligkeit nicht mehr ertragen.

Die Grösse der Oeffnung, die man einem Objective geben darf, ist bedingt durch die Zwischenfehler; denn wenn die Zwischenfehler zu gross werden, ist kein Theil des Bildes mehr deutlich; nun verhalten sich aber in Bezug auf die Zwischenfehler die verschiedenen Formen der Linsen sehr ungleich; je stärker gekrümmt die Linsen sind, um so

schneller wachsen die Zwischenfehler, je flacher sie sind, desto grössere Oeffnung kann man benutzen, bis die gestattete Grenze der Undeutlichkeit überschritten wird.

Die Aenderung in der Form der Linsensysteme bewirkt nicht nur eine Aenderung der Krümmung des Bildes in seiner Ausdehnung, sondern auch in seiner Deutlichkeit gegen den Rand; denn je flacher die Linsen werden (damit sie grosse Helligkeit bei kleinen Zwischenfehlern geben), um so schneller wird das Bild in der Einstellebene gegen den Rand hin schlecht.

Das Bild kann aus verschiedenen Ursachen gegen den Rand hin schlechter werden, entweder deshalb, weil es gebogen ist, so dass, wenn das Bild in der Mitte des Gesichtsfeldes deutlich eingestellt ist, man mit der matten Platte sich dem Objective nähern muss, um von einem ebenen Objecte Theile des Bildes deutlich zu bekommen, die gegen den Rand hin liegen; in diesem Falle gibt das Objectiv ein erhabenes Bild

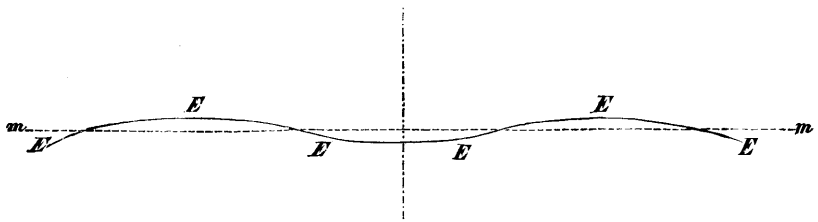


Fig. 174. Ausgleichung der Schärfe zwischen Rand und Mitte.

(vom Standpunkte dessen aus, der das Bild auf der matten Tafel betrachtet).

Das Bild wird deshalb gegen den Rand hin undeutlich, weil es astigmatisch ist. Betrachtet man auf der matten Platte einer Camera eine, wie oben (S. 217) angegeben, senkrecht zur Visirlinie aufgestellte Scala, welche horizontale und verticale Linien hat, und zwar eine Stelle, die ziemlich weit von der Mitte des Gesichtsfeldes nach rechts oder links gegen den Rand hin trifft, so lässt sich leicht constatiren, dass die verticalen und horizontalen Linien nicht in derselben Ebene deutlich sind, sondern dass man mit der matten Platte näher gegen das Objectiv rücken muss, um die Horizontallinien möglichst deutlich zu bekommen, wenn vorher die verticalen deutlich eingestellt waren.

Davon, wie rasch die Unschärfe gegen den Rand hin wächst, hängt es ab, ob bei einem Objective ein grosser Gesichtsfeldwinkel benutzt werden kann, da eine grosse Undeutlichkeit gegen den Rand unstatthaft ist. Dieser Fehler bedingt die Grösse des brauchbaren Gesichts-

feldes; wogegen die Grösse des Gesichtsfeldes, die ein Objectiv überhaupt gestattet, vom Verhältnisse des Abstandes der Linsen (oder der beiden äussersten Flächen derselben) zu ihrer Grösse bedingt ist.

Bei allen Constructionen, auch den besten, wachsen die Fehler gegen den Rand rascher, als der Durchmesser des Bildes; nur deshalb erhält man mit grösseren Objectiven grössere deutliche Bilder. Verlangt man möglichst scharfe Bilder, wie bei manchen Reproductionen, so muss das Bild ganz eben gelegt sein und kann nur so weit benutzt werden, als es der Astigmatismus der Linsen gestattet; für andere Zwecke, wo es sich um möglichst grosses Gesichtsfeld handelt, kann man das Bild so legen, dass es mit Benutzung seiner Tiefe zwischen Mitte und Rand ausgeglichen wird (dies ist z. B. beim Weitwinkel-Landschaftsaplanat der Fall; siehe Fig. 174, *mm* Ebene des matten Glases, *EEE* Bildfläche).

C) Wölbung der Bildfläche.

Für genügend weit entfernte Gegenstände (z. B. bei einer Entfernung = 1000fache Brennweite, oder in einer Formel, für $p = 1000$) bilden sich alle sehr weit entfernten Gegenstände auf der Hauptbrennfläche ab. Es entstehen aber die Bilder nicht in einer Ebene (*FF*), sondern in einer krummen (gewölbten) Fläche *SS*. Es ist das Bestreben der Optiker, diese Bildwölbung möglichst zu verringern und der Bildebene *FF* näher zu bringen. Man kann annehmen, dass das Bildfeld genügend eben ist, wenn der Krümmungsradius des Kreises *PP* derartig ist, dass die Bildwölbung über die Ebene nicht mehr als z. B. $^1/_2$ Millimeter beträgt (s. Fig. 175).

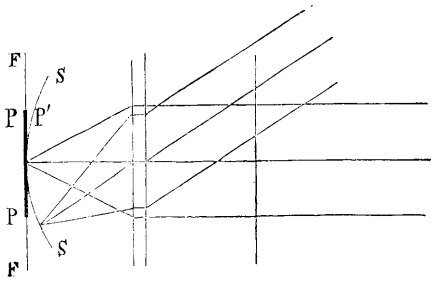


Fig. 175.

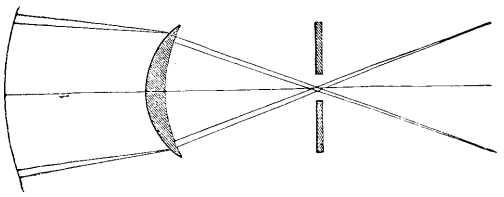


Fig. 176. Bildwölbung.

Ist die Wölbung des Bildfeldes eine bedeutende und sucht man durch Verschieben der Visirscheibe den Rand scharf einzustellen, so gelingt dies, aber nur auf Kosten der Schärfe des Centrums. Würde die Visirscheibe die Form eines Hohlkugelsegmentes haben, so wäre das ganze Bild scharf.

Fig. 176 zeigt das durch eine convex concave Linse erzeugte gewölbte Bild (s. S. 221).

Das Bild kann aber auch gegen den Rand hin unscharf werden, weil es Astigmatismus zeigt (s. unten).

D) Der Astigmatismus (Astigmation).

Der Astigmatismus, dessen Wesen bereits auf Seite 29 beschrieben wurde, ist ein sehr schwer zu beseitigender Linsenfehler (s. S. 128 und 221). Das Bild, welches ein Linsensystem gibt, wird häufig deshalb gegen den Rand hin undeutlich, weil es astigmatisch ist.

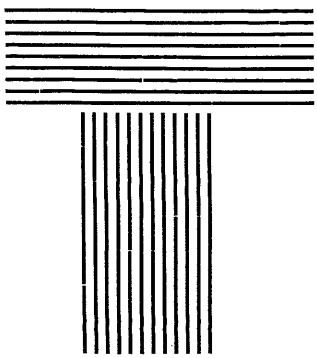


Fig. 177.

Experimentell macht man sich von der Art, wie der Astigmatismus sich bemerklich macht, in folgender Weise eine Vorstellung. Man betrachtet auf der Visirscheibe einer Camera eine senkrecht zur Visirlinie aufgestellte Scala, welche horizontale und verticale Linien hat (Fig. 177). Stellt man mit der Visirscheibe der Camera in der Mitte ein, so sind Längs- und Quer-Linien scharf. Versuchen wir aber eine Einstellung auf einen Punkt der Horizontallinie genügend weit ausser der Achse des Objectives, so finden wir, dass die scharf erscheinende Horizontale einen anderen Auszug bedingt als die scharfe Verticale. Es lässt sich leicht constatiren, dass die verticalen und horizontalen Linien nicht in derselben Ebene deutlich sind, sondern dass man mit der matten Platte näher gegen das Objectiv rücken muss, um die Horizontallinien möglichst deutlich zu bekommen, wenn vorher die verticalen deutlich eingestellt waren [1]).

Behufs Feststellung einiger massgebenden Grössen verschiebe man nun (nach Mittenzwei a. a. A.) zunächst, die Bildschärfe der wagrechten Linienschaaren im Auge behaltend, die Cameraplatte soweit, bis auf den weiter abstehenden Ausschnitten das Bild scharf wird, messe den jeweiligen Abstand der Platte von ihrer ursprünglichen Stellung und trage die gefundenen Masse, d_1 d_2 ... wenn erforderlich in anderem Massstabe in den den Bildwinkeln sämmtlicher Ausschnitte entsprechenden Abständen von der Visirlinie auf Papier auf, wie Fig. 178 für zwei derselben veranschaulicht.

---

1) Vergl. M. Mittenzwei (Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1888. 2. Jahrg., S. 313), insbesondere aber Dr. Rudolph (Eder's Jahrbuch für 1891. S. 225) und Dallmeyer (a. a. O. S. 357).

Dabei ergibt sich eine Reihe von Punkten Mm_1m_2, welche sämmtlich einer Kreislinie zugehören, deren Krümmungsmittelpunkt C in der rückwärts verlängerten Visirlinie der Camera liegt und unschwer durch Probiren zu finden ist, mit Hilfe eines Zirkels.

Eine Wirkung des Astigmatismus ist ferner: dass das Bild eines runden Scheibchens am Rande der Visirscheibe zu einem Oval verzogen erscheint, welches je nach der Stellung der Visirscheibe bald in der Höhe, bald in der Quere verzogen ist.

Je grösser der Astigmatismus eines sonst gut corrigirten Systems ist, desto weniger scharf wird das Bild nach dem Rande zu sein. Ausser dieser allgemeinen Unschärfe wird die bei Architecturaufnahmen störende Erscheinung bewirkt, dass nach dem Rande zu die verticalen Umrisse schärfer als die horizontalen sind und umgekehrt. Noch unangenehmer ist, dass die Conturen oft doppelt erscheinen.

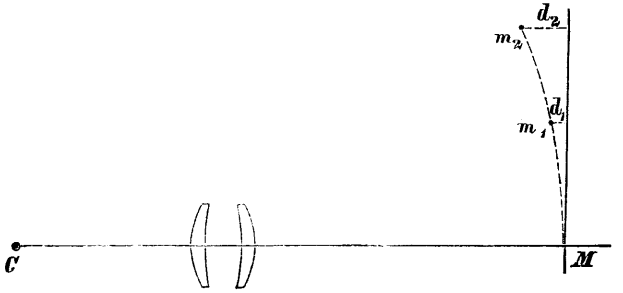


Fig. 178.

Der Astigmatismus nimmt bei Objectiven mit dem Bildwinkel stetig zu und ist auch von der Krümmung des Bildfeldes abhängig (Dr. Rudolph).

Die Beseitigung des Astigmatismus bei photographischen Objectiven wurde insbesondere von Steinheil (Antiplanet-Construction und Weitwinkelaplanate), Dallmeyer[1]), Miethe (Anastigmat S. 90) und Schroeder[2]) und insbesondere von Dr. Rudolph[3]) (Zeiss' Anastigmate) studirt und durchgeführt.

VII. Prüfung auf Verzerrung gerader Linien (Distorsion).

Wenn man das durch eine gewöhnliche Sammellinse auf der matten Scheibe der Camera gezeichnete Bild genau betrachtet, so findet man, dass die Lineamente des Bildes nicht genau mit den Lineamenten des Objectes übereinstimmen.

1) Rectilinear-Landschaftslinse (s. oben S. 68).
2) Phot. News. 1889. S. 316.
3) Dr. P. Rudolph, Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1891. S. 225.

Am deutlichsten zeigt sich dies, wenn man das Bild eines Quadrates entwirft, wie dies in Fig. 179 veranschaulicht ist.

Diese Erscheinung nennt man Verzeichnung. Sie beruht darauf, dass die Randstrahlen des Gesichtsfeldes unter stärkerem Winkel auf die Linse fallen und dadurch eine stärkere Ablenkung erleiden, als die centralen Strahlen.

Die Verzeichnung pflegt um so stärker hervorzutreten, je kürzer die Brennweite im Verhältniss zur Linsen-Oeffnung ist. Einfache Landschaftslinsen, Petzval'sche Porträtobjective, die alten Orthoscope geben merkliche Verzeichnung gerader Linien. Die neueren Constructionen: Aplanat, Euryscop, Antiplanet, Anastigmat, Pantoscop, Paraplanat, Lynkeioscop, Rectilinear etc. sind frei von Verzeichnung gerader Linien.

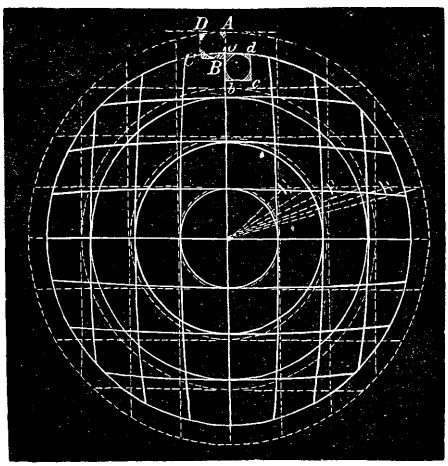


Fig. 179. Verzerrung durch eine einfache Linse.

Um zu prüfen, ob ein Objectiv frei von Verzeichnung ist, theilt man einen Bogen Papier durch gerade Linien in Quadrate und setzt diese Zeichnung dem Objectiv gegenüber (in einer Distanz nicht unter 5 Brennweiten).

Fig. 179 gibt ein Bild der Verzerrung von einer planconvexen Linse mit einer Brennweite, die $3^3/_4$mal grösser als ihr Durchmesser ist. Der Einfallswinkel beträgt 30 Grad, der Brechungsindex = 1,5. Das unverzerrte Bild ist durch punktirte Linien angedeutet, das verzerrte Bild durch die ununterbrochenen Linien. Die radiale Verzerrung im äusseren Kreise beträgt 30 Proc.; ebenso gemessen über den längsten Radius = 10 Proc. Die seitliche Verzerrung im äussersten Kreise = 10 Proc. Diese Resultate zeigen den Grad der Verzerrung einer planconvexen Linse.

Die Verzeichnung infolge schlechter Aufstellung (zu grosser Neigung) des Apparates gehört nicht hierher (s. S. 250).

VIII. Falsches Licht und heller Fleck. Reflexlicht.

Selbstverständlich ist es, dass im Innern der Camera und an den Rändern der Fassung glatte und glänzende Stellen vermieden werden müssen, welche durch Spiegelung falsches Licht ins Bild bringen würden.

Aber wenn auch solche Stellen sorgfältigst beseitigt werden, so ist es doch ganz unvermeidlich, dass noch falsches Licht ins Bild kömmt, und zwar durch die Spiegelungen, welche das Licht an den polirten Flächen der Gläser erleidet.

Von dem Lichte, das von einem Gegenstande ausgehend auf das Objectiv fällt und nach den verschiedenen Brechungen durch dasselbe zum Bilde vereinigt werden soll, wird an jeder polirten Fläche ein Theil reflectirt; dieses ist unschädlich, denn es geht in der Richtung vom Bilde weg. Von dem Lichte jedoch, das an der zweiten, dritten oder jeder späteren Fläche reflectirt wird, wird ein Theil zum zweiten Mal gespiegelt, wenn er die schon vorher passirten Flächen wieder trifft. Dieser Theil des Lichtes geht in der Richtung des Bildes weiter und verursacht eine Trübung desselben, und zwar um so stärker, je mehr Flächen, die solche Reflexionen veranlassen, vorhanden sind.

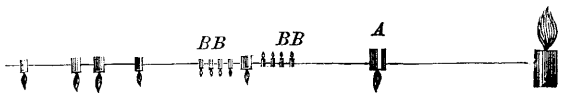


Fig. 180. Reflexbilder eines Objectives.

Die Zahl solcher Reflexionen wächst rasch mit der Anzahl der getrennt stehenden Linsen; bei einer Linse findet 1 statt, bei zwei Linsen 6, bei drei Linsen 15, bei vier Linsen 28; es ist also unbedingt bei zwei Apparaten von sonst gleicher Leistung dem der Vorzug zu geben, der weniger getrennt stehende Linsen hat; er gibt stets klarere Bilder. Landschafts-Aufnahmen mit dem Triplet zeigen stets weniger Brillanz und Contraste, als solche mit einer einfachen Linse oder einem Aplanat, Anastigmat etc.

Ausserdem ist es nöthig, dass dieses falsche Licht möglichst weit auseinander geht, ehe es die Bildfläche trifft; dann hat es keine Intensität mehr und wird unschädlich. Bleibt es dagegen enge beisammen, so behält es viel grössere Intensität und erzeugt bei greller Beleuchtung den hellen Fleck in der Mitte der Platte. Es ist dies ein Fehler, der durch die Formen der Linsen, also durch die Construction der Objective bedingt ist und wo er vorhanden, nicht beseitigt werden kann, wie weiter unten nachgewiesen ist.

Wenn man vor einer Porträtlinse Petzval'schen Systems ein Licht in einer Entfernung von 2 bis 3 m aufstellt, dann durch die Linse schaut, so unterscheidet man deutlich 14 reflectirte Bilder (Fig. 180) und zwar in der in der Zeichnung angegebenen verhältnissmässigen Grösse. Es muss erwähnt werden, dass diese Bilder die angegebene

Form haben, wenn die Vorderlinse des Porträtobjectivs zunächst dem Auge ist und dass man, um diese Bilder gehörig beobachten zu können, das Auge in eine grössere Entfernung von der Linse bringen muss, als die Brennweite beträgt [1]).

Alle durch zwei Spiegelungen entstehenden Reflexbilder breiten sich als Lichtschein über das Hauptbild aus. Je mehr solcher Reflexbilder vorhanden sind, um so mehr Licht enthält dieser Schein und er wirkt um so störender, je ungleicher er über die Bildfläche vertheilt ist. Dies ist auch der Grund, warum die einfache Landschaftslinse Landschaftsbilder von einer Brillanz liefert, welche häufig den mit Doppelobjectiven gemachten Aufnahmen überlegen sind. Bei den Objectiven, die einen hellen Fleck zeigen, ist er in der Mitte concentrirt.

Bei den photographischen Objectiven muss die Anzahl der Reflexbilder vermindert und derartig vertheilt werden, dass sich ihr Licht gleichmässig über die ganze Bildfläche vertheilt.

Stellt man auf einen fernen Gegenstand ein und richtet zugleich den Apparat nach dem Himmel, so dass ein dunkler Gegenstand (z. B. ein Schornstein) dazwischen fällt, so sieht man den Lichtfleck auf der matten Scheibe deutlich, sobald das Objectiv in dieser Hinsicht fehlerhaft ist.

Nach Ch. Jones (Phot. News. 1887. S. 266; Phot. Wochenbl. 1887. S. 192) stellt man bei Vorhandensein dieses Fehlers (Lichtfleck bei Objectiven) die Camera auf eine mindestens um das 8fache der Brennweite entfernte Lichtflamme scharf so ein, dass das Bild sich im Mittelpunkte der Visirscheibe befindet und bedeckt den Kopf mit einem schwarzen Tuche. Dreht man nun die Camera langsam, so dass das Bild der Flamme nach einer Richtung sich bewegt, so wandert der Lichtfleck nach der entgegengesetzten.

Häufig entspricht der Lichtfleck dem wirklichen Bilde der zwischen den Linsen befindlichen Blende.

Linsen von starker Krümmung zeigen den Lichtfleck häufiger; durch Nähern der beiden Linsenhälften oder Aenderung der Blendenstellung lässt sich der Lichtfleck beseitigen. Bei einer einfachen Linse entfernt man z. B. die Blende oder nähert sie der Linse; man muss aber beachten, dass, je weiter die Blende von der Linse entfernt wird als absolut nothwendig ist, der Lichtkegel unnütz verengt wird und dunkle Ränder an den Bildern entstehen. — Bei der Petzval'schen Porträtlinse hilft Näherung der Hinterlinse an die Vorderlinse. — Die Kugellinse gibt vermöge ihrer Form ein starkes Blendenbild (Lichtfleck); dieser Fehler ist sehr

1) Kreutzer's Zeitschr. 1861. Bd. 4, S. 47.

schwer zu beseitigen, schwerer als bei anderen Linsen[1]). Auch das alte Busch'sche Triplet und das Pantoscop gaben Lichtflecken in der Mitte des Bildes, welche jedoch bei den neueren Constructionen behoben sind. — Frei vom Lichtfleck sind der Aplanat, Euryscop, Antiplanet, Anastigmat, Zeiss' Triplet, Lynkeioscop, Rectilinear etc.

Oft rührt der Lichtfleck davon her, dass die Messingfassung oder Blende glänzt oder blank schwarz statt matt schwarz ist, weshalb es vorkommt, dass Objective, die früher fehlerfrei waren, mit der Zeit immer stärkere Lichtflecke liefern.

IX. Der Gesichtsfeldwinkel.

Die Linsen gestatten je nach ihrer Construction, dass auf der Visirscheibe der Camera obscura eine kreisrunde ziemlich scharf begrenzte grössere oder kleinere Fläche mit den Bildern entfernter Gegenstände bedeckt werde. Der Durchmesser dieser Kreisfläche ist unabhängig von der Blendengrösse. Den Winkel, unter welchem dieses Bild vom optischen Mittelpunkt des Objectives aus gesehen erscheint, nennt man den Gesichtsfeldwinkel oder den Gesichtswinkel, oder schlechtweg das Gesichtsfeld.

Von dem runden Bilde erscheint nur ein Theil scharf, nämlich der mittlere, und die Schärfe verbreitet sich um so weiter nach dem Rande, je kleiner die Blenden genommen werden. Demzufolge unterscheidet man das bei einer bestimmten Blendengrösse brauchbare Bildfeld von dem Gesichtsfeld, welches letztere immer grösser als das erstere ist.

Den Gesichtsfeldwinkel findet man, indem man den Durchmesser des Bildfeldes auf ein Blatt Papier aufträgt, in dessen Mitte als senkrechte Linie die Brennweite aufträgt und nun die Endpunkte der Linien verbindet. Der Winkel am Endpunkt der senkrechten Linie ist der Gesichtsfeldwinkel.

Mit anderen Worten, man stelle die wahre Brennweite des Objectives fest und messe die grösste Breite des Bildes auf der matten Scheibe (oder auch des hellen Lichtkreises). Letztere übertrage man auf eine gerade Linie auf einem Blatt Papier, halbire sie und errichte auf ihrer Mitte eine senkrechte Linie von gleicher Länge wie die Brennweite des Objectives. Die Enden der senkrechten und der Grundlinie verbinde man durch gerade Linien; dadurch entsteht ein Dreieck. Durch Anlegen des Transporteurs an den Scheitel desselben findet man sofort den Bildwinkel.

Man kann den Gesichtsfeldwinkel auch durch Rechnung unter Benutzung der von Steinheil angegebenen Tabellen ermitteln.

---

1) Dallmeyer, Phot. Mitth. Bd. 4, S. 133.

Steinheil verfährt in folgender Weise: Er stellt mit dem Apparate auf sehr entfernte Objecte ein (ein Abstand von 100 Brennweiten kann schon als sehr entfernt betrachtet werden) und misst, indem man nach einander die verschiedenen Blendungen einsetzt, den Durchmesser des Bildes, der mit jedem derselben noch deutlich erscheint. Diese Zahlen, welche den Durchmesser des deutlichen Bildes ausdrücken, dividirt durch die Brennweite; mit der hierdurch erhaltenen Zahl entnimmt man aus nachstehender Tafel den Gesichtsfeldwinkel:

Rubr. I.	Rubr. II.	Rubr. I	Rubr. II.	Rubr. I.	Rubr. II.
Bilddurchm. durch Brennweite	Gesichtsfeld-winkel Grade	Bilddurchm. durch Brennweite	Gesichtsfeld-winkel Grade	Bilddurchm. durch Brennweite	Gesichtsfeld-winkel Grade
0,018	1	0,768	42	1,77	83
0,035	2	0,788	43	1,80	84
0,053	3	0,808	44	1,83	85
0,070	4	0,828	45	1,87	86
0,088	5	0,849	46	1,90	87
0,105	6	0,870	47	1,93	88
0,123	7	0,891	48	1,97	89
0,140	8	0,912	49	2,00	90
0,158	9	0,933	50	2,04	91
0,175	10	0,955	51	2,07	92
0,193	11	0,976	52	2,11	93
0,210	12	0,998	53	2,15	94
0,228	13	1,02	54	2,18	95
0,245	14	1,04	55	2,22	96
0,263	15	1,06	56	2,26	97
0,281	16	1,08	57	2,30	98
0,299	17	1,11	58	2,34	99
0,317	18	1,13	59	2,38	100
0,335	19	1,16	60	2,43	101
0,353	20	1,18	61	2,47	102
0,371	21	1,20	62	2,51	103
0,389	22	1,23	63	2,56	104
0,407	23	1,25	64	2,61	105
0,425	24	1,27	65	2,65	106
0,443	25	1,30	66	2,70	107
0,462	26	1,32	67	2,75	108
0,480	27	1,35	68	2,80	109
0,499	28	1,37	69	2,86	110
0,517	29	1,40	70	2,91	111
0,536	30	1,43	71	2,97	112
0,555	31	1,45	72	3,02	113
0,574	32	1,48	73	3,08	114
0,593	33	1,51	74	3,14	115
0,612	34	1,53	75	3,20	116
0,631	35	1,56	76	3,26	117
0,650	36	1,59	77	3,33	118
0,670	37	1,62	78	3,40	119
0,689	38	1,65	79	3,46	120
0,709	39	1,68	80	3,53	121
0,728	40	1,71	81	3,61	122
0,748	41	1,74	82	3,68	123

Es ergibt z. B. ein Apparat von 20 cm Brennweite mit der grössten Blende ein deutliches Bild von 12 cm Durchmesser. 12 dividirt durch 20 gibt 0,60; geht man nun in beiliegender Tabelle in Rubrik I (Bilddurchmesser durch Brennweite) bis zur Zahl 0,60 (oder zur nächsten Zahl 0,593), so findet man auf derselben Horizontallinie in Rubrik II (Gesichtsfeldwinkel) 33 Grade.

Die Tafel ist auch bequem zu brauchen, wenn man von einem Apparate die Brennweite und den Gesichtsfeldwinkel kennt, um die Bildgrösse zu finden, die er gibt. Zu diesem Zwecke suche man in Rubrik II den gegebenen Gesichtsfeldwinkel und lese auf der gleichen Horizontallinie die Zahl in Rubrik I ab; diese abgelesene Zahl mit der Brennweite multiplicirt gibt die Bildgrösse.

Z. B. es gibt ein Apparat mit seiner kleinsten Blende 65 Grad deutlich; dabei sei seine Brennweite 14 cm. Geht man in Rubrik II bis 65 Grad, so findet sich auf derselben Horizontallinie in Rubrik I die Zahl 1,27; es wird somit die Bildgrösse gleich $1{,}27 \times 14 = 17{,}8$ cm.

Im Jahre 1851 war es noch eine nur von selten guten Linsen zu erfüllende Anforderung, dass der Gesichtsfeldwinkel 60 Grad betrug und man war schon mit einem Winkel von 45 Grad sehr zufrieden[1]). Heutzutage geben viele Doppel-Objective (Aplanat, Euryscop, Anastigmat etc.) nicht nur einfache, sondern sogar viele einfache Linsen einen Winkel von 60 Grad und darüber. Die Weitwinkel-Aplanate, die Anastigmate, das Pantoscop etc. umfassen einen Winkel von 100 Grad und darüber und geben dabei ein vollkommen correctes Bild.

Objective von 60 Grad und mehr Gesichtsfeldwinkel geben nicht selten schon eine übertriebene Perspective, indem der Vordergrund unverhältnissmässig gross im Vergleich mit dem Hintergrund erscheint (vergl. Seite 248).

Zur Beantwortung der Frage, welchen Gesichtsfeldwinkel ein Bild haben darf, damit es wahr erscheint, ist Folgendes zu erwägen:

Das menschliche Auge ist ein kleiner photographischer Apparat, indem die von den Gegenständen ausgehenden Strahlen beim Eintritt ins Auge durch dessen Linse gebrochen werden und auf der Netzhaut ein vollkommenes Bild erzeugen; aus diesem Bilde können wir uns eine Vorstellung von den Verhältnissen der Helligkeit etc. machen. Die Winkelausdehnung des auf der Netzhaut entstehenden Bildes überschreitet 60 Grad nicht, vorausgesetzt, dass Auge und Kopf nicht bewegt wird. (Beide Augen zusammen überschauen allerdings nach Helmholtz einen horizontalen Bogen von 180 Grad, wenn ihre Achsen parallel in die Ferne gerichtet sind.) Daher sollte eine Photographie, wenn man sie aus der normalen Entfernung von 12 bis 15 Zoll sieht, dieselben Verhältnisse aufweisen. Die Entfernung, aus der man ein Bild sieht, ist

1) The Daguerreian Journ. 1851. Bd. 2, S. 205.

aber meistens gleich der grössten Länge des Bildes, was einem Winkel von 50 bis 60 Grad entspricht.

Verzerrung dieser Art ist kein Fehler der Linse, denn sobald man die Bilder aus derjenigen Entfernung besieht, die der Brennweite des Objectives gleichkommt, wird man keine Verzerrung mehr wahrnehmen.

Aus Obigem geht hervor, dass das eingentlich statthafte Feld für Weitwinkellinsen nur die Landschafts-Photographie ist (Aufnahme von Panoramen etc.). Für Architecturen etc. soll man Weitwinkellinsen nur im Nothfalle anwenden, d. h. wenn man wegen der geringen Aufstell-Distanzen mit Linsen von längerer Brennweite nicht auskommen kann.

X. Plattengrösse, welche ein Objectiv mit deutlichem Bilde deckt.

Die Plattengrösse wird bedingt und begrenzt durch den Gesichtsfeldwinkel und die Abnahme der Deutlichkeit der Bilder. Beim Einstellen auf entfernte Gegenstände erhält man eine grössere scharfe Bildfläche, als bei nahen Gegenständen; im letzteren Falle kann man entweder nur einen kleineren Theil des Gesichtsfeldwinkels benützen oder durch Anwendung engerer Blendungen die Deutlichkeit erhöhen[1]).

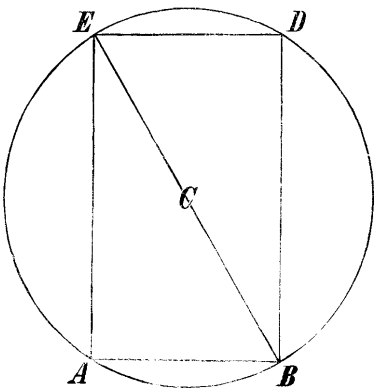


Fig. 181. Bestimmung der Plattengrösse.

Die scharfe Bildfläche (das brauchbare Bildfeld) stellt sich als Kreis dar, in welchem das viereckige Bild (resp. die photographische Platte) eingezeichnet werden kann.

Alle Platten, welche der Photograph anwendet, sind rechteckig, wie etwa in beistehender Fig. 181 das Viereck, dessen Ecken mit $ABDE$ bezeichnet sind, nur dass das Verhältniss der Seiten AB und AE zu einander nicht immer dasselbe ist.

In jedem Rechteck kann man sich zwischen den gegenüberstehenden Endpunkten, wie hier zwischen B und E, Linien (Diagonalen) schräg hindurchgezogen denken. Sucht man den Mittelpunkt C dieser Diagonale, so kann man einen Kreis um C herumziehen, welcher durch alle vier Endpunkte des Rechteckes $ABDE$ hindurchgeht.

Solcher Rechtecke, verschiedenen Plattengrössen entsprechend, deren Endpunkte gerade im Kreisumfange liegen, lassen sich aber in einen bestimmten Kreis unendlich viele verschiedene zeichnen. Mittels nachfolgender Tabelle[2]) kann man aus dem Bildwinkel und der Brennweite sofort die Plattengrösse und deren Diagonalen ermitteln.

---

1) Aus demselben Grunde, weil mit dem Massstabe (der Brennweite) eines Objectives alle Fehler wachsen, muss dieselbe Construction, wenn sie mit verschieden grossen Blenden ausgeführt wird, bei den grösseren Brennweiten kleinere Gesichtsfeldwinkel und kleinere Helligkeit erhalten, wenn gleiche Deutlichkeit verlangt wird.

2) Schroeder's Einleitung in die photographische Optik. 1891. S. 146.

Tabelle I.

Gebräuchliche Plattenformate cm	Länge der Diagonale derselben cm
9 × 12	15
12 × 16	20
13 × 18	22,2
13 × 21	24,7
16 × 21	26,4
18 × 24	30
24 × 30	38,4
30 × 40	50
40 × 50	64
50 × 60	78

Tabelle II.

Bildwinkel	Durchmesser des Bildes in Bruchtheilen der Brennweite	Bildwinkel	Durchmesser des Bildes in Bruchtheilen der Brennweite
5 Grad	0,088	65 Grad	1,274
10 „	0,175	70 „	1,400
15 „	0,263	75 „	1,535
20 „	0,353	80 „	1,678
25 „	0,443	85 „	1,833
30 „	0,536	90 „	2,000
35 „	0,631	95 „	2,182
40 „	0,728	100 „	2,384
45 „	0,828	105 „	2,606
50 „	0,933	110 „	2,856
55 „	1,041	115 „	3,140
60 „	1,155	120 „	3,464

Der Gebrauch der Tabelle ist folgender: Man hätte z. B. eine Landschaftslinse von 16 cm Brennweite und einen Bildwinkel (brauchbaren Gesichtsfeldwinkel) von 50 Grad, so ist der Durchmesser des Bildes = 16 cm × 0,933 = 14,9 cm (Tabelle II); diese Grösse bildet aber die Diagonale des gebräuchlichen Visit-Plattenformates: 9 × 12 cm (Tabelle I). — Oder umgekehrt: man wollte ein Cabinetbild im Formate 12 × 16 cm mit der Diagonale 20 cm aufnehmen, so braucht man, wenn 30 Grad Bildwinkel hierzu brauchbar sind, eine Brennweite des Apparates von 20 cm × 0,536 = 10,7 cm.

XI. Die Grösse des Gegenstandes im Bilde im Zusammenhange mit dessen Entfernung und der Brennweite des Objectives.

Ist auf einen sehr entfernten Gegenstand eingestellt, so liegt das Bild möglichst nahe dem Objectiv, d. h. der Auszug der Camera wird sehr zusammengeschoben sein; je näher der Gegenstand kommt, desto weiter und weiter rückt das Bild weg; die Visirscheibe muss, um scharf einzustellen, weiter vom Objectiv entfernt werden.

Wenn man denselben Gegenstand in verschiedenen Abständen von einem Objectiv aufstellt und jedesmal auf Deutlichkeit einstellt, so wird sich zeigen, dass das Bild dieses Gegenstandes auf der matten Scheibe jedesmal eine andere Grösse hat, und zwar wird das Bild um so kleiner, je weiter der Gegenstand entfernt war.

Diese für den Photographen sehr wichtigen Verhältnisse wurden bereits auf Seite 13 geschildert und die vortreffliche Steinheil'sche Tabelle mitgetheilt.

Jedermann, der sich der Camera obscura für Porträt- oder Landschaftsaufnahme bedient, muss sehr oft ausser der Brennweite des Ob-

jectives wissen, 1. welches die Grösse des Bildes sein wird, 2. die Entfernung vom Object, welches aufzunehmen ist, 3. die Länge des Auszuges für die matte Scheibe[1]). Sind von diesen Grössen zwei bekannt, so ist es leicht, die andern zwei durch Rechnung zu bestimmen. Gewöhnlich kennt man die Brennweite des Objectivs und das Grössenverhältniss des Bildes zum Objecte. Diese letztere Grösse ist ein Bruch, dessen Zähler 1 andeutet, dass das Object als Einheit genommen ist, und der Nenner drückt aus, wie viel mal die Grösse des Bildes in derjenigen des Objectes enthalten ist. Sei z. B. das Grössenverhältniss des Bildes zum Objecte $^1/_{15}$, so bedeutet dies, dass das Bild fünfzehn mal kleiner ist als der Gegenstand. Ist dieses Verhältniss $^1/_1$ oder ein Ganzes, so sind das Bild und der Gegenstand von gleicher Grösse.

Um in der Praxis die Bestimmung dieses Verhältnisses zu erleichtern, wählt Suter zwei Einheiten. nämlich die eine, welche der gewöhnlichen Grösse des Kopfes einer Person entspricht, d. i. 21 cm und für das Porträtfach dient, die andere, zum Zwecke der Aufnahmen von Monumenten oder Ansichten, soll die mittlere Grösse eines Mannes sein, nämlich 175 cm.

Nach diesen Annahmen ist auch die S. 233 stehende Tabelle berechnet, welche das Verhältniss des Bildes zum Object gibt für eine gegebene Grösse, welche das Bild haben soll. Sei es der Kopf eines Porträts, oder die stehende Person in der aufzunehmenden Ansicht oder Landschaft.

Will man z. B. ein Porträt machen, dessen Kopf 26 mm gross sein soll, so gibt die Tabelle an, dass das Verhältniss des Bildes zum Object $^1/_8$ ist. Handelt es sich um eine Ansicht, worin Personen in der Grösse von 11 mm erscheinen sollen, so finden wir ein in der gleichen Tabelle fragliches Verhältniss von $^1/_{100}$. Die Wahl der Grösse eines Mannes als Mass wird, wo es sich um Monumente oder Ansichten handelt, oft nützlich, um zum Voraus zu bestimmen und ohne die Camera an Stelle zu bringen, ob man ein gewisses Monument oder Terrain ganz auf eine gegebene Platte bringen kann. Nehmen wir an, mit einem Apparat für Platten von 22 auf 16 cm soll auf diese Dimension irgend ein Monument aufgenommen werden. Mit Benutzung einer Gelegenheit, wo eine Person nahe am Monument vorbeigeht, oder mit Hilfe eines Gehilfen kann durch Schätzung bestimmt werden, wie viel mal fragliches Gebäude höher ist, als die Person. Ist es ungefähr 15 mal höher, so schliessen wir daraus, dass, wenn die Platte von dem Monument in ihrer ganzen Höhe bedeckt ist, die Person einen Raum von $^1/_{15}$ von 16 cm einnehmen würde, d. i. $10^1/_2$ mm. Unsere Tabelle zeigt, dass dann das Verhältniss des Bildes zum Gegenstand $^1/_{170}$ ist; darnach wird eine zweite Tabelle (s. S. 235 und 237) zeigen, dass, um ein solches Bild zu erhalten, für ein Objectiv von 50 cm Brennweite es eine Entfernung von 86 m bedarf.

Wir können durch ein ähnliches Verfahren den Raum auffinden, welchen ein Monument von dem Orte, wo man sich befindet, aufgenommen, auf der Platte in der

1) Suter, Phot. Mitth. 1881. Bd. 18, S. 163.

Höhe einnehmen würde. Zu diesem Behufe stelle man sich in gerader Richtung vor dem betreffenden Gebäude auf und sende einen Gehilfen so weit vor sich hin, bis derselbe in der gleichen Höhe wie das Monument erscheint. Man messe nun ungefähr die Distanz bis zum Gehilfen. Ist diese z. B. 14 Meter, so ist die Höhe eines Mannes (175 cm) acht mal darin enthalten. Dasselbe Verhältniss findet statt zwischen der Brennweite des Objectives und der Höhe, welche die Person, folglich auch die des Gebäudes, auf der Platte einnehmen würde. Ist daher die Brennweite des Objectives 40 cm, so erscheint auf der Platte das Monument in der Höhe von 5 cm.

Mit Anwendung folgender Tabellen (S. 234 und 235) und der angedeuteten Verfahren wird man oft enthoben sein, mit den grossen Apparaten die gewünschten Grössen und die erforderlichen Entfernungen an Ort und Stelle suchen zu müssen.

Ist die Brennweite des Objectivs und das Grössenverhältniss des Bildes bekannt, so ist es leicht, die Entfernung vom Gegenstand bis zum Einfallspunkt (der Oeffnung) des Objectivs zu bestimmen.

Verhältniss des Bildes zum Object	Grösse des Bildes eines Mannes	Grösse des Bildes eines Kopfes	Verhältniss des Bildes zum Object	Grösse des Bildes eines Mannes	Grösse des Bildes eines Kopfes
$^1/_1$	1,750 mm	210 mm	$^1/_{35}$	50 mm	6 mm
$^1/_2$	875 „	105 „	$^1/_{40}$	44 „	$5^1/_4$ „
$^1/_3$	583 „	70 „	$^1/_{45}$	39 „	$4^3/_4$ „
$^1/_4$	437 „	52 „	$^1/_{50}$	35 „	$4^1/_4$ „
$^1/_5$	350 „	42 „	$^1/_{60}$	29 „	$3^1/_2$ „
$^1/_6$	292 „	35 „	$^1/_{70}$	25 „	3 „
$^1/_7$	250 „	30 „	$^1/_{80}$	22 „	$2^1/_2$ „
$^1/_8$	219 „	26 „	$^1/_{90}$	19 „	$2^1/_3$ „
$^1/_9$	194 „	23 „	$^1/_{100}$	18 „	$2^1/_{10}$ „
$^1/_{10}$	175 „	21 „	$^1/_{120}$	15 „	$1^3/_4$ „
$^1/_{15}$	117 „	14 „	$^1/_{140}$	13 „	$1^1/_2$ „
$^1/_{20}$	88 „	11 „	$^1/_{160}$	11 „	$1^1/_3$ „
$^1/_{25}$	70 „	8 „	$^1/_{180}$	10 „	$1^1/_5$ „
$^1/_{30}$	58 „	7 „	$^1/_{200}$	9 „	1 „

Bedarf es keiner sehr grossen Genauigkeit in den Resultaten, so kann der Einfalls- und der Ausfallspunkt (d. i. die Vorder- und Hinterfläche) des Objectivs als zusammenfallend betrachtet werden. Bei einem Doppelobjectiv wird man die Mitte des Zwischenraumes beider Linsen als diesen gemeinschaftlichen Punkt nehmen.

Nach diesen Regeln ist die Secretan'sche[1]) Tafel berechnet, welche die Entfernung des Gegenstandes und seines Bildes zu den betreffenden Einfalls- und Ausfallspunkten angibt, nachdem die Brennweite und das Grössenverhältniss des Bildes bekannt sind.

1) Monckhoven's Handbuch der Photographie 1864.

Brennw. d. angew. Objectives	Reductions-Verhältniss.														
	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10	1/15	1/20	1/25	1/30	1/35
	Abstand des Gegenstandes und Bildes vom optischen Mittelpunkte.														
0,10	0,20	0.30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,60	2,10	2,60	3,10	3,60
	0,20	0,15	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10
0,15	0,30	0,45	0.60	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50	1,65	2,40	3,15	3,90	4,65	5,40
	0,30	0,23	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15
0,20	0,40	0,60	0,80	1.00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	0,20	3,20	4,20	5,20	6,20	7,20
	0,40	0,30	0,27	0,25	0,24	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	4,00	5,25	6,50	7,75	9,00
	0,50	0,38	0,33	0,31	0,30	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26
0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1.80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,00	4,80	6,30	7.80	9,30	10,80
	0,60	0,45	0,40	0,38	0,36	0,35	0,34	0,34	0,33	0,33	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31
0,35	0,70	1,05	1,40	1,75	2,10	2,45	2,80	3,15	3,50	3,85	5,60	7,35	9.10	10.85	12,60
	0,70	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,40	0,39	0,39	0,39	0,37	0,37	0,36	0,36	0,36
0,40	0,80	1,20	1,60	2,00	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00	4,40	6,40	8,40	10,40	12,40	14,40
	0,80	0,60	0,53	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,44	0,43	0,42	0,41	0,41	0,41
0,45	0,90	1,35	1,80	2,25	2,70	3,15	3,60	4,05	4,50	4,95	7,20	9,45	11,70	13,95	16,20
	0,90	0,68	0,60	0,56	0,54	0,53	0,51	0,51	0,50	0,50	0,48	0,47	0,47	0,47	0,46
0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	8,00	10,50	13,00	15,50	18,00
	1,00	0,75	0,67	0,63	0,60	0,58	0,57	0,56	0,55	0,55	0,53	0,53	0,52	0,52	0,51
0,55	1,10	1,65	2,20	2,75	3,30	3,85	4,40	4,95	5,50	6,05	8,80	11,55	14,30	17,05	19,80
	1,10	0,83	0,73	0,69	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,59	0,58	0,57	0,57	0,57
0,60	1,20	1,80	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60	9,60	12,60	15,60	18,60	21,60
	1,20	0,90	0,80	0,75	0,72	0,70	0,69	0,68	0,66	0,66	0,64	0,63	0,62	0,62	0,62
0,65	1,30	1,95	2,60	3,25	3,90	4,55	5,20	5,85	6,50	7,15	10,40	13,65	16,90	20,15	23,40
	1,30	0,98	0,87	0,81	0,78	0,76	0,74	0,73	0,72	0,72	0,69	0,68	0,68	0,67	0,67
0,70	1,40	2,10	2,80	3,50	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	7,70	11,20	14,70	18,20	21,70	25,20
	1,40	1,05	0,93	0,87	0,84	0,82	0,80	0,79	0,77	0,77	0,75	0,74	0,73	0,72	0,72
0,75	1,50	2,25	3,00	3,75	4,50	5,25	6,00	6,75	7,50	8,28	12,00	15,75	19,50	23,25	27,00
	1,50	1,13	1,00	0,94	0,90	0,88	0,86	0,84	0,83	0,83	0,80	0,79	0,78	0,77	0,77
0,80	1,60	2,40	3,20	4,00	4,80	5,60	6,40	7,20	8,00	8,80	12,80	16,80	20,80	24,80	28,80
	1,60	1,20	1,07	1,00	0,96	0,93	0,91	0,90	0,88	0,88	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82
0,85	1,70	2,55	3,40	4,25	5,10	5,95	6,80	7,65	8,50	9,35	13,60	17,85	22.10	26,35	30,60
	1,70	1,28	1,13	1,06	1,02	0,99	0,97	0,96	0,94	0,94	0,91	0,89	0,88	0,88	0,87
0,90	1,80	2,70	3,60	4,50	5,40	6,30	7,20	8,10	9,00	9,90	14,40	18,90	23,40	27.00	32,40
	1,80	1,35	1,20	1,12	1,08	1,05	1,03	1,01	0,99	0,99	0,96	0,95	0,94	0,93	0,93
0,95	1,90	2,85	3,80	4,75	5,70	6,65	7,60	8,55	9,50	10,45	15,20	19,95	24,70	29,45	34,20
	1,90	1,43	1,27	1,19	1,14	1,11	1,09	1,07	1,05	1,01	1,00	0,90	0,98	0,98	0,98
1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	16,00	21,00	26,03	31,03	36,00
	2,00	1,50	1,33	1,25	1,20	1,17	1,14	1,13	1,07	1,07	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03

Die erste senkrechte Reihe enthält die Brennweiten von 5 zu 5 cm für 10 bis 100 cm; für die dazwischen liegenden Brennweiten kann man die Resultate nach den oben angegebenen Regeln berechnen. Die zweite senkrechte Abtheilung, welche oben den Bruch 1/1 oder 1 trägt, gibt in Hinsicht auf die Grösse des Bildes, gegenüber der

Reductions-Verhältniss.

1/40	1/45	1/50	1/60	1/70	1/80	1/90	1/100	1/120	1/140	1/160	1/180	1/200
Abstand des Gegenstandes und Bildes vom optischen Mittelpunkte.												
4,10	4,60	5,10	6,10	7,10	8,10	9,10	10,10	12,10	14,10	16,10	18,10	20,10
0,10	0,10	0,10	0,10	0;10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
6,15	6,90	7,65	9,15	10,65	12,15	13,65	15,15	18,15	21,15	24,15	27,15	30,15
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
8,20	9,20	10,20	12,20	14,20	16,20	18,20	20,20	24,20	28,20	32,20	36,20	40,20
0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
10,25	11,50	12,75	15,25	17,75	20,25	22,75	25,25	30,25	35,25	40,25	45,24	50,25
0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0 25
12,30	13,80	15,30	18,30	21,30	24,30	27,80	30,30	36,30	42,30	48,30	54,30	60,30
0,31	0,81	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
14,35	16,10	17,85	21,35	24,85	28,35	31,85	35,35	42,35	49,35	56,35	63,35	70,35
0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
16,40	18,40	20,40	24,40	28,40	32,40	36,40	40,40	48,40	56,40	64,40	72,40	80,40
0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
18,45	20,70	22,95	27,45	31,95	36,45	40,95	45,45	54,45	63,45	72,45	81,45	89,45
0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
20,50	23,00	25,50	30,50	35,50	40,50	45,50	50,50	60,50	70,50	80,50	90,50	100,50
0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
22,55	25,30	28,05	33,55	39,08	44,55	50,50	55 55	66,55	77,55	88,55	99,55	110,55
0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
24,60	27,60	30,60	36,60	42,60	40,60	54,60	60,60	72,60	84,60	96,60	108,60	120,60
0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,60	0,60	0,60	0,60
26,65	29,90	33,15	39,65	46,15	52,65	59,15	65,65	78,65	91,61	104,65	117,65	130,65
0,67	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65
28,70	32,20	35,70	42,70	49,70	56,70	63,70	70,70	84,70	98,70	112,70	126,70	140,70
0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,70	0,70	0,70
30,75	34,50	38,25	45,75	53,25	60,75	68,25	75,75	90,75	105,75	120,75	135,75	150,75
0,77	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,75	0,75	0,75
32,80	36,80	40,80	48,80	56,80	64,80	72,80	80,80	96,80	112,80	128,80	144,80	160,80
0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,80	0,80
34,85	39,10	43,35	51,85	60,35	68,85	77,35	85,85	102,85	119,85	136,85	153,85	170,85
0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,85	0,85
36,90	41,40	45,90	54,90	63,90	72,80	81,90	90,90	108,90	126,90	144,90	162,90	180,90
0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,90
38,93	43,70	48,45	57,95	67,45	76,95	86,45	95,95	114,95	133,95	152,95	171,95	190,95
0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,95
41,00	46,00	51,00	61,00	71,00	81,00	91,00	101,00	121,00	141,00	161,00	181,00	201,00
1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01

ersten Columne jedesmal zwei Zahlen. Die erste ist die Entfernung des Gegenstandes, die zweite die des matten Glases. Die Summe dieser beiden Zahlen ist also die Entfernung des Gegenstandes vom Bilde, wenn man den kleinen Zwischenraum, der die vereinigten Centren trennt, hinzurechnet. Dies bezieht sich besonders auf Doppel-

objective, meistens kann man jedoch deren Zwischenraum unberücksichtigt lassen. Die dritte Verticalreihe enthält ähnliche Angaben, aber für eine Bildgrösse von $^1/_2$, die vierte Reihe gibt sie für $^1/_3$ und so die folgenden.

Nehmen wir an, dass man mit einem Objective von 30 cm Brennweite ein Porträt von $^1/_6$ Grösse machen wollte. Ausgehend von der Zahl 30 der ersten Verticalreihe, verfolgt man die Horizontallinie, bis man zu der Verticalreihe gekommen ist, welche die Aufschrift $^1/_6$ trägt. Hier trifft man auf das Fach, wo sich die beiden Zahlen 2,10 und 0,35 befinden. Die erste zeigt an, dass die Person 2 m und 10 cm vom Objectiv entfernt sein muss, und die zweite lehrt, dass das matte Glas, in den Brennpunkt gebracht, ungefähr 35 cm entfernt sein wird.

Die Resultate der Tafel sind genau bis ungefähr auf ein Centimeter; eine grössere Genauigkeit würde unnütz gewesen sein, besonders für diejenige Zahl, welche die Entfernung des matten Glases bestimmt, vorausgesetzt, dass man dieselbe immer durch genaues Einstellen regelt.

Es ist immer gut, dieses letzte Grössenverhältniss zu kennen, wenn es auch nur wäre, um zu wissen, ob das Local, worin man arbeitet, gross genug ist, um eine gewisse Reduction des Bildes mit einem Objective von einer bestimmten Brennweite vornehmen zu können.

Wenn man nun die kleinste Reduction wissen möchte, welche man bei einer Brennweite von 40 cm in einem Zimmer, dessen grösste Dimension 4 m ist, vornehmen kann, muss man zuerst ein Meter für den Platz dessen, der aufgenommen wird, und für den Opereteur, der auf dem matten Glase einstellt, abziehen.

In der Horizontallinie, welche einer Brennweite von 40 entspricht, durchläuft man die Summe beider Zahlen jedes Faches, bis man das Resultat findet, welches sich am meisten drei Metern nähert, aber weniger beträgt. So kommt man auf die Zahl 2,88, welche uns diejenige Reihe gibt, an deren Spitze sich $^1/_5$ befindet.

Dies wird die kleinste Bildgrösse sein, welche man in diesem Local mit solchem Objective erhalten kann.

Eine ähnliche Aufgabe würde diejenige sein, wo man, wenn die Entfernung des Gegenstandes in Bezug auf das Bild bekannt ist, wissen möchte, welche Brennweite ein Objectiv haben muss, um eine in dem Porträt gegebene Reduction zu bekommen.

Gesetzt nun, man habe über einen Raum von vier Metern zu verfügen und wolle eine Reduction auf $^1/_8$ vornehmen, indem man ein Objectiv von grösstmöglichster Brennweite verwendet; welche Brennweite müsste dies sein? Um sie zu erfahren, ziehe man die Columne zu Rathe, welche die Ueberschrift $^1/_8$ trägt, und indem man die Summe von beiden Zahlen jedes Faches nimmt, bis man ein Resultat findet, welches vier am nächsten kommt, gelangt man bis zum siebenten Fache, welches 4,05 gibt und in horizontaler Reihe einer Brennweite von 40 entspricht. Dies ist die gesuchte Brennweite. Die Lösung verschiedener Aufgaben, welche sich nach obigen Tafeln mit Leichtigkeit bewerkstelligen lässt, wird oft beim ersten Blick Aufschlüsse geben, welche nützlich sein können. So kann man bei einer Landschaftsaufnahme mit einem bekannten Objectiv die wirkliche Grösse eines Platzes finden, welcher den Operateur vom aufgenommenen Monumente trennte; ebenso lässt sich die Höhe und jede andere Dimension, die man gern wissen möchte, ausfindig machen.

Ganz ähnlich wie bei der Secretan'schen Tabelle ist der Gebrauch der Vergrösserungs- und Verkleinerungs-Tabelle nach C. Schwier (siehe nebenstehende Tabelle) und wird am leichtesten durch ein paar Beispiele erläutert.

Brennweite des angewendeten Objectives	Entfernungen des aufzunehmenden Gegenstandes und der matten Scheibe vom Mittelpunkte des Objectives bei Vergrösserungen oder Verkleinerungen (Masse in Centimetern)																								
	1 fach	2 fach	3 fach	4 fach	5 fach	6 fach	7 fach	8 fach	9 fach	10 fach	11 fach	12 fach	13 fach	14 fach	15 fach	16 fach	17 fach	18 fach	19 fach	20 fach	21 fach	22 fach	23 fach	24 fach	25 fach
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
	10	7,5	6,7	6,3	6	5,8	5,7	5,6	5,6	5,5	5,4	5,4	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156
	12	9	8	7,5	7,2	7	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,5	6,4	6,4	6,4	6,4	6,1	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,2
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133	140	147	154	161	168	175	182
	14	10,5	9,3	8,8	8,4	8,2	8	7,9	7,8	7,7	7,6	7,6	7,5	7,5	7,5	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3
8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	128	136	144	152	160	168	176	184	192	200	208
	16	12	10,7	10	9,6	9,3	9,1	9	8,9	8,8	8,7	8,7	8,6	8,6	8,5	8,5	8,5	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,3	8,3	8,3
9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135	144	153	162	171	180	189	198	207	216	225	234
	18	13,5	12	11,3	10,8	10,5	10,3	10,1	10,0	10,0	9,9	9,8	9,7	9,6	9,6	9,6	9,5	9,5	9,5	9,5	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260
	20	15	13,3	12,5	12	11,7	11,4	11,3	11,1	11	10,9	10,8	10,8	10,7	10,7	10,6	10,6	10,6	10,5	10,5	10,5	10,5	10,4	10,4	19,4
11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132	143	154	165	176	187	198	209	220	231	242	253	264	275	286
	22	16,5	14,7	13,8	13,2	12,8	12,6	12,4	12,2	12,1	12	11,9	11,8	11,8	11,7	11,7	11,6	11,6	11,6	11,6	11,5	11,5	11,5	11,5	11,4
12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168	180	192	204	216	228	240	252	264	276	288	300	312
	24	18	16	15	14,4	14	13,7	13,5	13,3	13,2	13,1	13	12,9	12,9	12,8	12,7	12,7	12,7	12,6	12,6	12,6	12,5	12,5	12,5	12,5
13	26	39	52	65	78	91	104	117	130	143	156	169	182	195	208	221	234	247	260	273	286	299	312	325	338
	26	19,5	17,3	16,3	15,6	15,1	14,9	14,6	14,4	14,3	14,2	14,1	14	13,9	13,9	13,8	13,8	13,7	13,7	13,7	13,6	13,6	13,6	13,5	13,5
14	28	42	56	70	84	98	112	126	140	154	168	182	196	210	224	238	252	266	280	294	308	322	336	350	364
	28	21	18,7	17,5	16,8	16,3	16	15,8	15,6	15,4	15,3	15,2	15,1	15	14,9	14,9	14,8	14,8	14,7	14,7	14,7	14,6	14,6	14,6	14,6
15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	375	390
	30	22,5	20	18,8	18	17,5	17,1	16,9	16,7	16,5	16,4	16,3	16,2	16,1	16	15,9	15,9	15,8	15,8	15,8	15,7	15,7	15,7	15,6	15,6
16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240	256	272	288	304	320	336	352	368	384	400	416
	32	24	21,3	20	19,2	18,7	18,3	18	17,8	17,6	17,5	17,3	17,2	17,1	17,1	17	16,9	16,9	16,8	16,8	16,8	16,7	16,7	16,7	16,6
17	34	51	68	85	102	119	136	153	170	187	204	221	238	255	272	289	306	323	340	357	374	391	408	425	442
	34	25,5	22,7	21,3	20,4	19,8	19,4	19,1	18,9	18,7	18,5	18,4	18,3	18,2	18,1	18,1	18	17,9	17,9	17,9	17,8	17,8	17,7	17,7	17,7
18	36	54	72	90	108	126	144	162	180	198	216	234	252	270	288	306	324	342	360	378	396	414	432	450	468
	36	27	24	22,5	21,6	21	20,6	20,3	20	19,8	19,6	19,5	19,4	19,3	19,2	19,1	19,1	19	18,9	18,9	18,8	18,8	18,8	18,8	18,7
19	38	57	76	95	114	133	152	171	190	209	228	247	266	285	304	323	342	361	380	399	418	437	456	475	494
	38	28,5	25,3	23,8	22,8	22,2	21,7	21,4	21,1	20,9	20,7	20,6	20,5	20,4	20,3	20,2	20,1	20,1	20	20	19,9	19,8	19,8	19,8	19,8
20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520
	40	30	26,6	25	24	23,3	22,9	22,5	22,2	22	21,8	21,7	21,5	21,4	21,3	21,3	21,2	21,2	21,1	21	21	20,9	20,9	20,8	20,8
21	42	63	84	105	126	147	168	189	210	231	252	273	294	315	336	357	378	399	420	441	462	483	504	525	546
	42	31,5	28	26,3	25,2	24,5	24	23,6	23,3	23,1	22,9	22,8	22,6	22,5	22,4	22,3	22,2	22,2	22,1	22,1	22	21,9	21,9	21,9	21,8
22	44	66	88	110	132	154	176	198	220	242	264	286	308	330	352	374	396	418	440	462	484	506	528	550	572
	44	33	29,3	27,5	26,4	25,7	25,1	24,8	24,4	24,2	24	23,8	23,7	23,6	23,5	23,4	23,2	23,2	23,2	23,1	23	23	23	22,9	22,8
23	46	69	92	115	138	161	184	207	230	253	276	299	322	345	368	391	414	437	460	483	506	529	552	575	598
	46	34,5	30,7	28,8	27,6	26,7	26,3	25,9	25,6	25,3	25,1	24,9	24,8	24,6	24,5	24,4	24,3	24,3	24,2	24,2	24,1	24	24	24	23,9
24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264	288	312	336	360	384	408	432	456	480	504	528	552	576	600	624
	48	36	32	30	28,8	28	27,4	27	26,7	26,4	26,2	26,0	25,8	25,7	25,6	25,5	25,4	25,3	25,3	25,2	25,1	25,1	25	25	25
25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
	50	37,5	33,3	31,3	30	29,2	28,6	28,1	27,8	27 5	27,3	27,1	26,9	26,8	26,7	26,6	26,5	26,4	26,3	26,3	26,2	26,1	26,1	26,0	26

1. Bei einer 6fachen Vergrösserung mit einem Objective von 15 cm Brennweite stehen in der Tabelle die Zahlen $\frac{105}{17,5}$, d. h. der Objectivmittelpunkt muss 17,5 cm von dem Original und 105 cm von der matten Scheibe entfernt sein.

2. Bei einer 8fachen Verkleinerung mit einem Objectiv von 19 cm Brennweite findet man die Zahlen $\frac{171}{21,4}$, d. h. der Objectivmittelpunkt muss 171 cm vom Original und 21,4 cm von der matten Scheibe entfernt sein.

3. Um mit einem Objective von 20 cm Brennweite eine 12fache Vergrösserung zu erhalten (in der Tabelle steht hierbei $\frac{260}{21,7}$), muss die Camera einen Auszug von 260 cm und das Objectiv vom Originale 21,7 cm Entfernung haben.

XII. Die Tiefe der Schärfe des Bildes photographischer Objective.

Unter der Tiefe eines Objectives versteht man die Eigenschaft desselben, verschieden weit vom Objectiv entfernte — in der Richtung eines Hauptstrahles liegende — Objectpunkte auf der photographischen Platte gleichzeitig genügend scharf zu zeichnen. Hierüber wurde schon auf Seite 22 dieses Buches ausführlich gesprochen [1]).

Befinden sich in verschiedener Entfernung von der Linse L (Fig. 182) drei Gegenstände Q, P, R, so entstehen die optischen Bilder in drei verschiedenen Punkten Q', P', R' in verschiedenen Distanzen hinter der Linse [2]). Stellt man auf den Punkt P ein, so erscheint dieser

1) Vergl. ferner: Krüss, Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1891. S. 64. Dallmeyer, ibid. S. 307, 313 und 365. Miethe, Phot. Mitth. 1888. Bd. 25, S. 2.

2) Ein Objectiv liefert dann auf der Visirscheibe scharfe Bilder verschieden weit entfernter Gegenstände, wenn alle letzteren in einer genügenden Entfernung vom Objectiv liegen, dass ihr Bild sich in der Nähe des wirklichen Brennpunktes befindet.

Es nimmt die Tiefe des Brennpunktes in dem Verhältniss ab, je mehr sich die Objecte der Linse nähern, wie dies in der nachstehenden Monckhoven'schen Tabelle ersichtlich wird, welche die Vereinigungsweiten einer Linse von 10 cm Brennweite für Objecte, deren Entfernung sich nach und nach vermindert, darstellt.

Entfernung des Objectes	Verlängerung der Vereinigungsweite der Linse	Entfernung des Objectes	Verlängerung der Vereinigungsweite der Linse
10,000 m	0,001 mm	3 m	3,5 mm
1,000 „	0,01 „	2 „	5,3 „
100 „	0,1 „	1 „	11,1 „
50 „	0,2 „	50 cm	25 „
10 „	1,0 „	40 „	33,3 „
5 „	2,04 „	30 „	50 „
4 „	2,6 „	20 „	100 „

auf der Visirscheibe scharf, während die Bilder von Q und R als kleine Scheibchen erscheinen; sind diese Scheibchen (Diffusionskreise) so klein, dass sie wie Punkte erscheinen, so wird das gesammte Bild genügend scharf. Die Distanz QR heisst die gesammte Tiefe der Schärfe; die Distanz PQ ist die vordere, PR die rückwärtige Tiefe der Schärfe. Die Entfernung $Q'R'$ heisst die Tiefe des Focus. Dieselbe ist durch die Formel $D = \frac{F^2}{n \cdot \omega}$ ausgedrückt, wobei D die Tiefe des Focus, F die Brennweite des Objectives, $\frac{1}{n}$ die relative Oeffnung (Verhältniss von Brennweite zur wirksamen Oeffnung) und ω die zulässige Unschärfe des Diffusionskreises ist (z. B. 0,2 mm, s. Seite 215). Es wird also die Tiefe in demselben Verhältnisse wachsen, wie der Blendendurchmesser abnimmt und wird sich verkehrt wie das Quadrat der Brennweiten verhalten [1]).

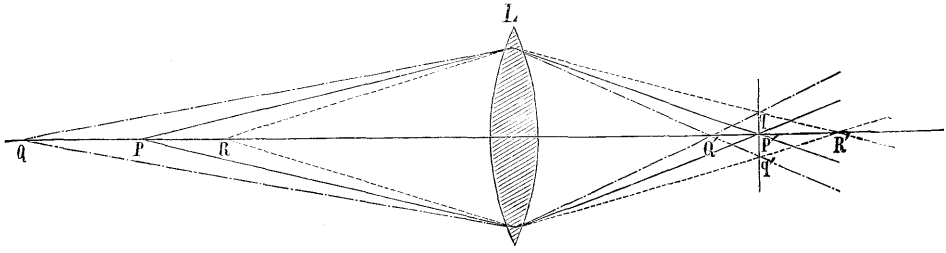


Fig. 182.

Dallmeyer berechnete eine Tabelle für die Tiefe der Schärfe bei verschiedenen Brennweiten (f) und verschiedenen relativen Oeffnungen $\frac{1}{n}$, indem er als Grenze der Schärfe einen Diffusionskreis von 0,25 mm annahm.

Wirksame Oeffnung $\frac{1}{n}$	Belichtungszeit	Brennweite des Objectives in Centimeter								
		10	15	20	25	30	38	45	53	60
		Entfernung des nächsten Punktes im Vordergrund								
1/10	1	4,20	9,30	16,20	25,20	36,30	56,70	81,60	110,40	144,60
1/15	2	2,70	6,30	10,80	16,80	24,30	37,80	54,60	74,10	96,60
1/20	4	2,10	4,80	8,10	12,90	18,30	28,50	41,10	55,80	72,60
1/25	6	1,80	3,90	6,60	10,20	15,00	22,80	33,00	45,00	58,20
1/30	8	1,50	3,30	5,40	8,70	12,30	19,20	27,60	37,20	48,60
1/35	12	1,35	2,85	4,80	7,50	10,50	16,50	23,70	31,80	40,50
1/40	16	1,20	2,70	4,20	6,60	9,30	14,40	20,70	28,20	36,60

1) Baume-Pluvinel (Fabre, Traité encyclopädique de Photographie. I. Bd., S. 365. 1889).

Er habe z. B. die Distanz des nächsten Vordergrundes bei einer Landschaft zu ermitteln, welcher noch ein ebenso scharfes Bild wie der Hintergrund gibt; es sei ein Objectiv von 15 cm Focus gegeben und das Diaphragma sei 1,5 cm, also $\frac{1}{n} = {}^1/_{10}$. Wir suchen in der ersten Spalte die relative Oeffnung ${}^1/_{10}$, gehen in der Zeile rechts bis zu der unter der Brennweite 15 befindlichen Zahl vor und finden 9,30 m, d. h. von da ab bis Unendlich erscheint das Bild genügend scharf.

Eine ähnliche Tabelle berechnete Hauptmann Pizzighelli, indem er 0,1 mm als Grenze der Schärfe annahm und dadurch etwas andere Zahlen erhält.

Eine andere Tabelle berechnete Dallmeyer, welche auf die rückwärtige Tiefe der Schärfe bei nahen Gegenständen besonders Rücksicht nimmt und welche bei Porträt-, Gruppen- und Landschafts-Aufnahmen gute Dienste leistet. Nehmen wir an, wir haben ein Porträtobjectiv von einer Oeffnung = 5 cm und einer Brennweite von 15 cm. Die relative Oeffnung $\left(\frac{1}{n}\right)$ ist dann ${}^1/_3$. Das Modell sei in einer Entfernung von 3,656 m aufgestellt und dasselbe scharf eingestellt. Man ermittelt nun die Tiefe der Schärfe hinter diesem Gegenstande, indem man in die mit dieser Zahl überschriebene Spalte eingeht, wo sich in derselben Zeile wie die Zahl ${}^1/_3$ die gesuchte Zahl 0,455 m findet; dasselbe Objectiv würde mit einer Blende von 2,5 cm, die relative Oeffnung ${}^1/_6$ geben und daraus die Tiefe der Schärfe = 0,911 m gefunden. Ein Objectiv von 60 cm Focus würde bei einer relativen Oeffnung ${}^1/_4$ und einer Entfernung des Modells = 3,656 m bloss eine Tiefe der Schärfe von 2,5 cm hinter dem Modell besitzen (siehe nebenstehende Tabelle auf S. 241).

In der Praxis nimmt man an (was allerdings nicht ganz genau ist), dass die vordere Tiefe der Schärfe = der hinteren Tiefe der Schärfe ist und dass die gesammte Tiefe der Schärfe der doppelten hinteren Tiefe der Schärfe gleich ist.

Die Tiefe variirt mit der Entfernung des Gegenstandes von der Linse. Je näher derselbe ist, desto weniger tief arbeitet die Linse. Die Tiefe der Instrumente erweist sich daher bei der Aufnahme ferner Gegenstände relativ grösser, als bei der Aufnahme näher gelegener Objecte Es nimmt mit der Abnahme der Verkleinerung oder Zunahme der Vergrösserung des Bildes gegen sein Object (unter sonst gleichen Verhältnissen) die Tiefe quadratisch ab. Hierin liegt die Ursache, dass es schwer gelingt, lebensgrosse Porträte durch directe Aufnahme ebenso gut zu erhalten, als durch Vergrösserung einer kleinen Originalaufnahme. Wird eine Person in ${}^1/_{20}$ natürlicher Grösse aufgenommen, so erhält das Bild eine 400 mal grössere Tiefe, als wenn es direct in natürlicher Grösse aufgenommen worden wäre.

Die Focustiefe ist nicht nur von grossem Werth bei landschaftlichen Aufnahmen wegen gleichmässiger scharfer Darstellung des Vorder- und Hintergrundes (vergl. S. 179 und Fig. 214), sondern auch bei den Cabinet- oder Promenade-Porträten.

Brennweite	Relative Oeffnung $\frac{1}{n}$	Relative Expositionszeit	Entfernung des Gegenstandes in Metern: Tiefe der Schärfe hinter dem scharf eingestellten Gegenstande						
			3,047	3,656	4,266	4,875	5,485	6,094	7,313
0,152	1/2	4	0,177	0,278	0,405	0,531	0,708	0,885	1,316
	1/3	9	0,304	0,455	0,632	0,860	1,088	1,442	2,201
	1/4	16	0,405	0,607	0,835	1,214	1,569	1,923	2,935
	1/5	25	0,430	0,759	1,063	1,442	1,796	2,403	3,668
	1/6	36	0,607	0,911	1,265	1,720	2,176	2,884	4,402
	1/7	49	0,708	1,063	1,467	1,999	2,530	3,365	5,136
	1/10	100	1,012	1,518	2,100	2,859	3,618	4,807	7,337
0,228	1/2	4	0,076	0,114	0,164	0,202	0,278	0,534	0,506
	1/3	9	0,101	0,177	0,253	0,329	0,430	0,531	0,810
	1/4	16	0,126	0,228	0,329	0,430	0,582	0,708	1,088
	1/5	25	0,177	0,304	0,430	0,557	0,708	0,885	1,341
	1/6	36	0,202	0,354	0,506	0,658	0,860	1,063	1,619
	1/7	49	0,228	0,405	0,582	0,759	0,987	1,240	1,872
	1/10	100	0,329	0,582	0,835	1,088	1,417	1,771	2,682
0,304	1/3	9	0,063	0,114	0,133	0,177	0,228	0,304	0,430
	1/4	16	0,076	0,126	0,177	0,228	0,304	0,405	0,582
	1/5	25	0,088	0,177	0,202	0,304	0,379	0,506	0,708
	1/6	36	0,101	0,202	0,253	0,354	0,455	0,607	0,860
	1/7	49	0,126	0,228	0,304	0,405	0,531	0,708	1,012
	1/10	100	0,177	0,329	0,430	0,582	0,759	1,012	1,417
0,379	1/3	9	0,038	0,057	0,082	0,107	0,171	0,177	0,253
	1/4	16	0,051	0,076	0,101	0,126	0,202	0,228	0,329
	1/5	25	0,063	0,082	0,126	0,177	0,253	0,304	0,405
	1/6	36	0,076	0,114	0,152	0,202	0,304	0,354	0,506
	1/7	49	0,088	0,117	0,177	0,228	0,354	0,405	0,658
	1/10	100	0,126	0,168	0,253	0,329	0,506	0,582	0,835
0,455	1/4	16	0,032	0,051	0,073	0,098	0,126	0,158	0,234
	1/5	25	0,038	0,063	0,092	0,123	0,158	0,202	0,297
	1/6	36	0,047	0,076	0,107	0,145	0,190	0,237	0,354
	1/7	49	0,057	0,088	0,126	0,171	0,221	0,278	0,411
	1/10	100	0,079	0,126	0,180	0,247	0,316	0,405	0,588
0,531	1/4	16	0,025	0,032	0,051	0,067	0,073	0,101	0,168
	1/5	25	0,032	0,041	0,063	0,082	0,088	0,126	0,209
	1/6	36	0,038	0,051	0,076	0,101	0,107	0,152	0,253
	1/7	49	0,044	0,057	0,088	0,117	0,126	0,177	0,294
	1/10	100	0,063	0,082	0,126	0,168	0,180	0,253	0,421
0,607	1/4	16	0,016	0,025	0,038	0,041	0,063	0,082	0,126
	1/5	25	0,019	0,032	0,047	0,054	0,079	0,101	0,158
	1/6	36	0,022	0,038	0,057	0,063	0,095	0,126	0,190
	1/7	49	0,025	0,044	0,067	0,076	0,110	0,145	0,221
	1/10	100	0,038	0,063	0,095	0,104	0,158	0,205	0,316

Im Allgemeinen kann man — in Anbetracht des Umstandes, dass die Tiefe der Schärfe in erster Linie von dem Winkel, in welchem sich die Bildstrahlen schneiden, und dass dieser wieder von dem Verhältniss

von Oeffnung zur Brennweite abhängt — sagen, dass die Tiefe der Schärfe verschiedener Objective bei gleicher Brennweite und gleicher wirksamer Oeffnung (beziehungsweise Blende) gleich ist.

Die Tiefe der Schärfe (auch „Tiefe des Focus" genannt) ist für die Bildmitte bei allen Linsensystemen, welche gut corrigirt sind, gleichartig, sobald die Brennweite und das Verhältniss der wirksamen Oeffnung zur Brennweite dasselbe ist; sie ist also unabhängig vom Constructionstypus. — Sobald man aber eine gleichmässige Tiefe der Schärfe auch für den Plattenrand (bei grossem Bildwinkel) wünscht, so zeigen die Objective mit möglichst geringer Bildwölbung und behobenem Astigmatismus die beste Tiefenzeichnung von der Bildmitte gegen den Rand[1]) [vergl. Seite 222].

Unter Umständen kann eine mangelhaft corrigirte Linse, bei welcher ein gewisser Betrag von positiver sphärischer Aberration nicht behoben ist, eine grössere Tiefe der Schärfe aufweisen, als ein vollkommen corrigirtes Objectiv[2]).

Es kann ein Punkt des Objectes nur einen bestimmten Punkt im Bilde erzeugen, wenn die Linse ganz frei von sphärischer Aberration ist; wenn jedoch der abzubildende Gegenstand ein solcher ist, dass die Umstände, unter welchen derselbe photo-

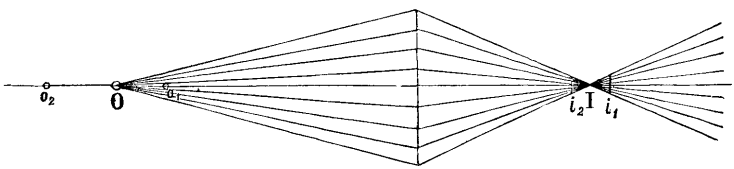


Fig. 183.

graphirt werden muss, es unmöglich machen, innerhalb der Grenzen der zulässigen Ungenauigkeit zu arbeiten, um eine allgemeine und gleichmässige Schärfe für das Gesammtbild zu erzielen, so liegen die Vortheile der Einführung der positiven sphärischen Aberration zur Erzielung einer allgemeinen Gleichmässigkeit der Unbestimmtheit des Bildes[3]) auf der Hand und werden unter der Hand eines Künstlers höchste Bedeutung gewinnen.

Um dies zu erläutern, verweisen wir auf Fig. 183, in welcher ein Object O durch das Bild J wiedergegeben wird, welches durch eine von sphärischer Aberration ganz freie Linse hervorgerufen ist. Der Punkt O wird durch einen Punkt bei J wiedergegeben sein. Wenn zwei andere Punkte in zwei andere Ebenen $O_1 O_2$ auf den beiden verschiedenen Seiten von O auch noch in den Focus gebracht werden sollten, so würden sie im Bilde durch zwei Kreise $i_1 i_2$, die beträchtlich ausserhalb des Focus sind, wiedergegeben werden. Andererseits wird, wenn in Fig. 184 O dasselbe Object darstellt und J das schärfste Bild desselben, gewonnen durch eine Linse mit einem

1) Dr. Rudolph, Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1891. S. 231.

2) Vergl. Dallmeyer, Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1891. S. 313 u. 365.

3) Das beste Mittel ist die Einschaltung einer gewöhnlichen Spiegelplatte an der Blendenöffnung, welche infolge ihrer Unregelmässigkeit das ganze Bild etwas unscharf macht.

gewissen Betrage positiver sphärischer Aberration ist, sich ein kleiner Kreis bei J bilden, zwei ähnlich wie oben auf beiden Seiten von O gelegene Punkte O_1 und O_2 werden ebenfalls zwei kleine Kreise i_1 und i_2 hervorrufen wie bei Fig. 183. Hier vereinigen sich die Strahlen nicht in einem Bildpunkte, sondern in einem lanzenförmigen Lichtbüschel („Focusdiffusion"), welches auf eine grössere Tiefe hin keine vollkommene, aber gleichmässige Schärfe gibt. Aus dem Vergleich dieser beiden Fälle dürfte deutlich zu ersehen sein, dass hinsichtlich der künstlerischen und malerischen Wirkung, z B. bei Porträtaufnahmen, der extreme Gegensatz zwischen absoluter Schärfe und Verwirrung des Bildes im ersten Falle und der allgemeinen Weichheit oder

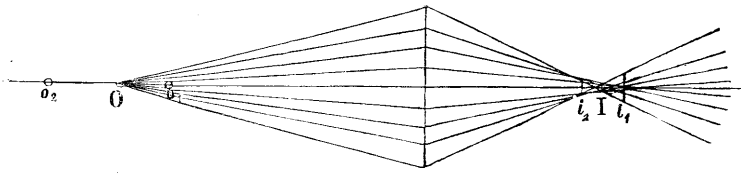


Fig. 184.

Gleichmässigkeit der Unbestimmtheit im zweiten Falle auf der Hand liegt und dass der zweite Fall der günstigere ist. Dallmeyer benutzte dies zur Construction seiner Porträtlinse (s. Seite 122).

XIII. Die Tiefe der Schärfe bei Handcameras mit fixer Einstellung.

Bei allen Apparaten, in welchen vor der Aufnahme eingestellt wird, wird der nöthige Grad der Focustiefe durch Beobachtung beurtheilt und durch das Einschieben der Blenden geregelt. Nun existiren aber eine Menge Apparate aus der Classe der „Handcameras", welche zur Aufnahme belebter Scenen dienen und bei welchen die Aufnahme ohne vorherige Einstellung vorgenommen wird. Diese Apparate haben gar keine Visirscheibe und ist das Objectiv in den meisten Fällen ein für allemal auf unendlich eingestellt, d. h. die Entfernung der empfindlichen Platte vom Objectiv ist constant und gleich der Brennweite.

Pizzighelli stellte die Bedingungen fest[1]), unter welchen bei dieser Camera mit constanter Auszugslänge die Focustiefe der anzuwendenden Objective genügend ist, damit die maximale Unschärfe die Grenzen von 0,1 mm nicht übersteige.

Es seien (Fig. 185) a und b die mittels des Objectives CD von der Oeffnung d und der Brennweite F erhaltenen Bilder zweier Punkte A und B.

Wollte man dieselben auf einer Platte aufnehmen und würde man hierzu die Visirscheibe in a aufstellen, so erhielte man das Bild a des Punktes A scharf, jenes des Punktes B jedoch würde nicht als scharfer Punkt, sondern als Kreis vom Durchmesser $a_1 a_2$ erscheinen. Analog würde man bei Aufstellung der Visirscheibe in b ein scharfes Bild des Punktes B und ein unscharfes Bild des Punktes A als Kreis vom Durchmesser $b_1 b_2$ erhalten. Sind die Punkte A und B genügend weit oder reducirt man die Oeffnung d des Objectives durch Einschieben von Blenden, so werden die Kreise $a_1 a_2$ und $b_1 b_2$ so verkleinert werden können, dass sie die für das Auge nicht mehr wahrnehmbare, daher noch zulässige Unschärfe von 0,1 mm nicht überschreiten,

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1391. S. 238.

so dass daher die Focustiefe die Strecke ba betragen und man die Visirscheibe je nach dem Punkte, welchen man schärfer erhalten will, entweder in a oder b wird aufstellen können, ohne dass das Bild des anderen Punktes die zulässige Unschärfe überschreite.

Statt aber die Unschärfe, wie es hier der Fall ist, von 0,1 mm bis 0 mm successive abnehmen zu lassen, kann man sie auch gleichmässig vertheilen, indem man die Visirscheibe in c aufstellt, in welchem die Zerstreuungskreise der Bilder der Punkte A und B einander gleich sind. Durch eine derartige Vertheilung der Schärfe erreicht man den Vortheil, dass man dieselbe auf eine grössere aufzunehmende Strecke ausdehnen kann. Fig. 186 zeigt dies, wenn auch nicht im richtigen Verhältniss. Hätte in Fig. 185 z. B. der Kreis $b_1 b_2$ den Durchmesser von 0,1 mm und würde man die gleiche Unschärfe für die Stellung der Visirscheibe in c verlangen ($x = a_1 a_2$), so

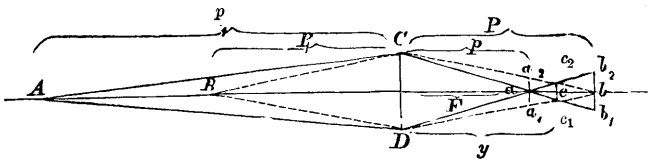


Fig. 185.

würde bei Beibehaltung des Punktes A (Fig. 185) der Punkt B, dessen Bild denselben Grad der Schärfe haben soll wie jener des Punktes A, um ein beträchtliches Stück näher rücken können.

Bezeichnet man in Fig. 185 mit p, P und y die Bildweite, mit p_1, P_1 und y_1 die entsprechenden Gegenstandsweiten, mit F die Brennweite, mit d die wirksame

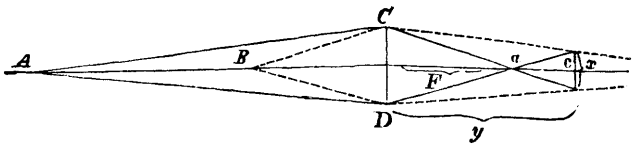


Fig. 186.

Oeffnung des Objectives und mit x die Unschärfe in C, so hat man die bekannten Relationen:

1. $$p_1 = \frac{pF}{p-F},$$

2. $$P_1 = \frac{pF}{p-F},$$

3. $$y_1 = \frac{yF}{y-F},$$

ferner folgt aus den ähnlichen Dreiecken $CDa \sim ac_1c_2$ und $CDb \sim c_1c_2b$

4. $$\begin{aligned} x:(y-p) &= d:p, \\ x:(P-y) &= d:P, \end{aligned}$$

aus welchen folgt:

5. $$\begin{aligned} p &= \frac{yd}{d+x}, \\ P &= \frac{yd}{d-x}. \end{aligned}$$

Die Werthe von p und P in Gleichungen 1 und 2 substituirt:

$$6. \qquad p_1 = \frac{y\,d\,F}{y\,d-(d+x)\,F} = \frac{F}{1-\frac{(d+x)}{y\,d}F},$$

$$P_1 = \frac{y\,d\,F}{y\,d-(d-x)\,F} = \frac{F}{1-\frac{(d+x)}{y\,d}F}$$

und für die zulässige Unschärfe $x = 0{,}1$ mm

$$7. \qquad p_1 = \frac{F}{1-\frac{(d+0{,}1)}{y\,d}F} \text{ mm},$$

$$P_1 = \frac{F}{1-\frac{(d-0{,}1)}{y\,d}F} \text{ mm}.$$

Aus diesen Gleichungen lässt sich für irgend ein Objectiv von der bekannten Brennweite F für jede Stellung der Visirscheibe (y) und für jede wirksame Oeffnung (d) die Entfernung (p_1 und P_1) jener Punkte (A und B) bestimmen, welche sich auf der Visirscheibe mit der zulässigen Unschärfe (0,1 mm) abbilden.

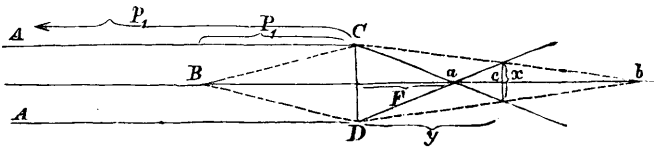


Fig. 187.

Speciell für den Fall, als einer der Punkte, z. B. A, in sehr weiter Ferne sich befindet (Fig. 187), also $p_1 = \infty$ wird, nimmt die erstere der Gleichungen 7 die Form an:

$$\infty = \frac{F}{1-\frac{(d+0{,}1)}{y\,d}F},$$

was nur dann stattfinden kann, wenn der Nenner des Bruches $0 =$ ist. Daher

$$1-\frac{(d+0{,}1)}{d}F = 0,$$

woraus sich:

$$8. \qquad y = \frac{(d+0{,}1)}{d}F \text{ mm}$$

als Entfernung der Visirscheibe von der Linse ergibt, damit die zulässige Unschärfe sich vom Punkte B im Vordergrunde bis zum Punkte A in der Ferne ausdehne.

Für die Gegenstandsweite (P_1) von B ergibt sich durch Substitution des Werthes 8 in die zweite der Gleichungen 7.

$$9. \qquad P_1 = \frac{d+0{,}1}{0{,}2}F \text{ mm},$$

mittels der Gleichungen 8 und 9 lassen sich nun für die verschiedenen wirksamen Oeffnungen (d) eines Objectives die Entfernungen bestimmen, bis zu welchen der Vordergrund (Punkt B) mit der Ferne zusammen noch gleichmässig und scharf erscheinen, und die entsprechenden Entfernungen der Visirscheibe von der Linse berechnen.

Die nachfolgende Tabelle I enthält die bezüglichen Resultate für 6 Objective von 5 bis 30 cm Brennweite bei verschiedenen wirksamen Oeffnungen.

Tabelle I

der Tiefe und Schärfe von ∞ an bei einer der jeweiligen wirksamen Oeffnung entsprechenden Bildweite und einer zulässigen Unschärfe von 0,1 mm.

Wirksame Oeffnung d =	Für Objective von der Brennweite F in mm						Der wirksamen Oeffnung entsprechende Bildweite y in mm
	50	100	150	200	250	300	
	wird die Gegenstandsweite in m des nächsten Punktes des Vordergrundes betragen						
$\frac{F}{5}$	2,5	**10,1**	**22,6**	40,0	62,5	90,0	$y = F + 0{,}5$
$\frac{F}{10}$	**1,3**	5,1	11,3	**20,0**	**31,3**	45,0	$y = F + 1{,}0$
$\frac{F}{15}$	0,9	3,4	7,6	13,3	20,9	**30,0**	$y = F + 1{,}5$
$\frac{F}{20}$	0,7	2,6	5,7	10,0	15,6	22,5	$y = F + 2{,}0$
$\frac{F}{25}$	0,5	**2,1**	4,6	8,0	12,5	18,0	$y = F + 2{,}5$
$\frac{F}{30}$	0,5	1,8	3,8	6,7	10,4	15,0	$y = F + 3{,}0$

Dieselbe bestätigt die schon erfahrungsgemäss constatirte Thatsache, dass die Tiefe der Schärfe mit Abnahme der wirksamen Oeffnung zunimmt, und dass bei gleicher wirksamer Oeffnung die Objective mit kürzerer Brennweite tiefer arbeiten als jene mit längerer Brennweite. Es ist daher bei gleicher wirksamer Oeffnung $d = \frac{F}{10}$ der nebst der Ferne noch genügend scharfe Punkt des Vordergrundes bei einem Objectiv von $F = 50$ mm nur 1,3 m von der Camera entfernt, während er bei einem Objective von $F = 250$ mm 31,3 m, also bedeutend weiter absteht.

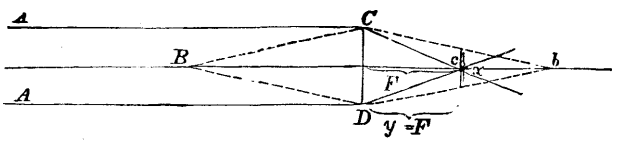


Fig. 188.

Wenn man die Stellung der Visirscheibe nicht der wirksamen Oeffnung entsprechend verändert (Gleichung 8), sondern sie ein für allemal im Brennpunkte aufstellt ($y = F$, Fig. 188), so werden die sehr entfernten Punkte scharf erscheinen und die Schärfe gegen den Vordergrung nach und nach abnehmen, d. h. die Unschärfe zunehmen. Soll letztere das zweckmässige Mass von 0,1 mm nicht überschreiten, so wird sich die Bildweite des noch genügend scharfen nächsten Punktes des Vordergrundes bestimmen lassen, wenn man in der zweiten Gleichung 7 $y = F$ setzt, sie nimmt dann die Form an:

$$P_1 = \frac{d\,F}{0{,}1} = 10\,d\,F.$$

Die für verschiedene Objective von F 50 mm — 250 mm und für verschiedene wirksame Oeffnungen (d) berechneten Werthe von P_1 enthält folgende Tabelle II.

Tabelle II

der Tiefe und Schärfe von ∞ an bei einer Bildweite = der Brennweite und einer zulässigen Unschärfe von 0,1 mm.

Wirksame Oeffnung d =	Für Objective von der Brennweite F in mm						Der wirksamen Oeffnung entsprechende Bildweite y in mm
	50	100	150	200	250	300	
	wird die Gegenstandsweite in m des nächsten Punktes des Vordergrundes betragen						
$\frac{F}{5}$	**5,0**	20,0	45,0	80,0	125,0	180,0	
$\frac{F}{10}$	2,5	**10,0**	22,5	40,0	62,5	90,0	
$\frac{F}{15}$	1,7	6,7	**15,0**	26,7	41,7	60,0	
$\frac{F}{20}$	1,3	5,0	11,3	**20,0**	31,3	45,0	$y = F$
$\frac{F}{25}$	1,0	4,0	9,0	16,0	**25,0**	36,0	
$\frac{F}{30}$	0,9	3,4	7,5	13,4	20,9	**30,0**	

Bezüglich der durch die wirksame Oeffnung und durch die Brennweite bedingten Tiefe der Schärfe lassen sich dieselben Folgerungen wie bei Tabelle I machen.

Ein Vergleich der correspondirenden Werthe beider Tabellen lässt erkennen, dass bei einer Verrückung der Visirscheibe entsprechend der wirksamen Oeffnung (Tabelle I) die Tiefe der Schärfe bedeutend grösser wird als wenn die Visirscheibe und mit ihr die empfindliche Platte ein für allemal im Brennpunkt steht (Tabelle II). So wird z. B. bei einer wirksamen Oeffnung von $\frac{F}{10}$ und bei ein und demselben Objectiv von F = 150 mm im ersten Falle der genügend scharfe Vordergrund bis auf 11,3 m, im zweiten Falle jedoch nur bis auf 22,5 m an den Apparat rücken.

Die Ergebnisse der im Vorigen vorgeführten Untersuchungen, auf Cameras ohne Auszug, wie die meisten Detectiv- oder Handcameras sind, bei welchen keine Einstellung auf der Visirscheibe stattfindet, angewendet, führen zu folgenden Folgerungen:

1. Zur Vermehrung der Tiefe der Schärfe wäre es wünschenswerth, das Objectiv um ein geringes Mass verschieben zu können, damit dessen Entfernung von der empfindlichen Platte (letzte Columne der Tabelle I) der der jeweiligen Blendenöffnung entsprechen würde.

2. Hat die Camera eine fixe Bildweite, ist also weder das Objectiv noch empfindliche Platte verschiebbar, und ist, wie es bei vielen Handcameras factisch stattfindet, das Objectiv nur mit einer einzigen Blende versehen, so wäre, um die möglichste Tiefe der Schärfe zu erreichen, die Entfernung der Platte für diese Blendenöffnung festzustellen.

3. Hat die Camera eine fixe Bildweite und soll das Objectiv mit mehreren Blendenöffnungen verwendet werden, so muss die Bildweite gleich der Brennweite angenommen werden und gelten für die Tiefe der mit jeder Blende zu erreichenden Schärfe die Werthe der Tabelle II.

4. Da nun bei Verwendung von Handcameras zur Aufnahme belebter Scenen die zunächst dem Apparate befindlichen Objecte oft sehr nahe sind, empfiehlt es sich, zur Erlangung einer genügenden Schärfe, nur kleine Objective zu verwenden; man gewinnt hierbei nicht nur an Schärfe der nahen Gegenstände, sondern wegen der geringeren Abblendung und wegen der geringeren Dicke der Linsen auch an Lichtstärke. Zur Wahl kleiner Objective ist man übrigens durch die Forderung genöthigt, die Handcameras möglichst klein und tragbar zu gestalten.

5 In den beiden Tabellen sind die Gegenstandsweiten, welche gleich oder nahezu gleich der 100fachen Brennweite sind, mit fetten Lettern hervorgehoben. Man sieht, wie mit dem Zunehmen der Brennweite die wirksame Oeffnung immer kleiner werden muss, um einen Punkt, der auf die 100fache Brennweite entfernt ist, noch genügend scharf zu erhalten. Die allgemein verbreitete Ansicht, dass ein schon auf 100 Brennweiten entfernter Gegenstand auf einer im Brennpunkt stehenden Visirscheibe scharf erscheine, ist daher nur bedingungsweise, d. h. für jede Brennweite nur bei einer bestimmten Blendenöffnung richtig.

XIV. Richtige und falsche perspectivische Zeichnung durch Objective. Stellung des Objectivs an der Camera.

A. Bei einer Linse von sehr kurzer Brennweite beschränkt sich die Hauptwirkung des Bildes auf den Vordergrund. Die näheren Gegenstände bekommen eine Grösse und Wichtigkeit, welche sie in Wirklichkeit kaum haben, das Entfernte wird aber sehr verkleinert. Der entferntere Berg erscheint als ein blosser Hügel, während ein Haus im Vordergrunde verhältnissmässig doppelt so hoch und umfangreich zu sein scheint, als es in Wirklichkeit ist (vergl. S. 229).

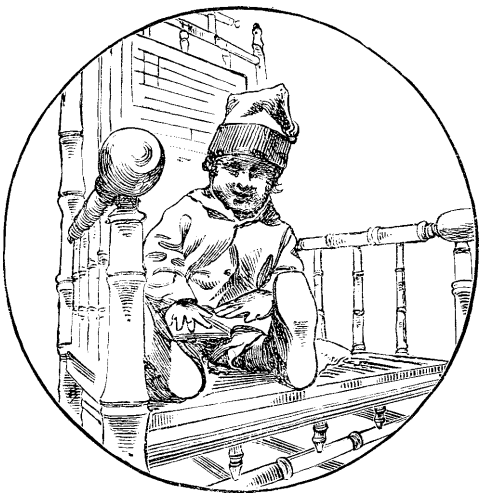


Fig. 189.

Bei einer Linse von sehr grosser Brennweite bemerkt man gerade das Gegentheil. Der Hintergrund wird ganz nach vorn gezogen, die Hügel in der Ferne erscheinen wie wirkliche Berge und scheinen in der Mitte, statt in der äussersten Ferne zu sein. Die Perspective, welche bei sehr kurzer Brennweite sehr übertrieben wurde, scheint hier gänzlich vernachlässigt zu sein.

Die scheinbare Verkürzung der ferneren Gegenstände beruht bei den Weitwinkellinsen, welche sehr kurze Brennweite haben, auf dem Zutritt des Vordergrundes, der bei Linsen, welche einen geringen Winkel umfassen, fehlt. Neben den ungewöhnlich grossen Gegenständen im Vordergrunde erscheinen die ferneren kleiner als sie wirklich sind.

Soll eine Photographie richtig gesehen werden, so dass das Bild dieselben Verhältnisse zeigt, wie die Natur, so muss man das Bild dem Auge um so mehr näher bringen, je kürzer die Brennweite des Objectives war.

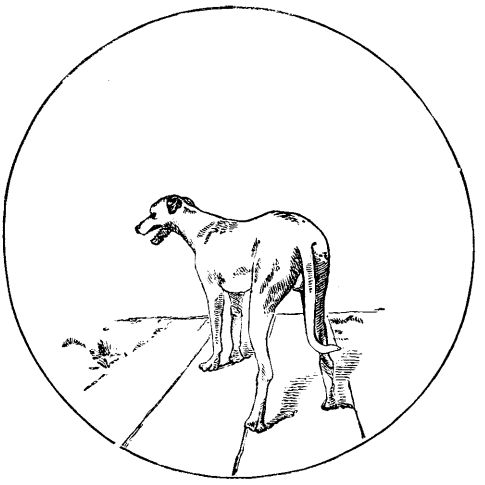


Fig. 190.

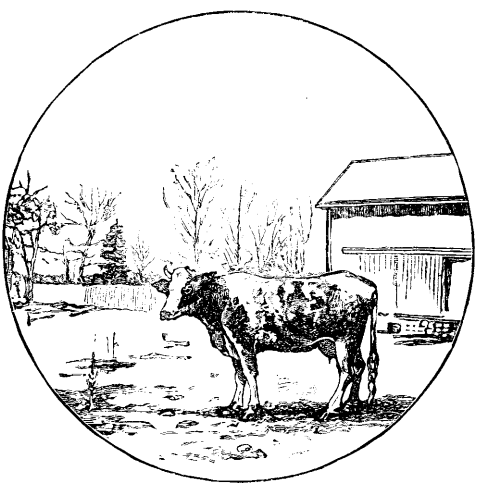


Fig. 191.

Es geben nicht nur Weitwinkellinsen, sondern alle Linsen von kurzer Brennweite[1]) eine „Verzerrung" der Bilder durch Uebertreibung der Perspective, sobald man Gegenstände in grosser Nähe photographirt, welche in der Verlängerung nach rückwärts stehen oder hoch emporragen. Ein interessantes Beispiel enthält Fig. 189. Sie zeigt die mit einer kleinen Handcamera (Objectiv von sehr kurzer Brennweite) aufgenommene Photographie eines in einem Stuhle sitzenden Knaben. Der Stuhl war schräg gestellt, die eine Lehne war dem Apparate zu nahe (z. B. 1 m), da der Operateur offenbar das Bestreben hatte, das Bild in möglichst grossem Massstabe zu halten. Das Resultat (Facsimile einer Photographie) ist völlig unbrauchbar! Die eine Lehne sowie die Schuhsohlen treten enorm gross hervor, der Stuhl erscheint verbreitert und die Lehne verliert sich im Hintergrunde. Ebenso lehrreich ist die Missbildung von Fig 190, wo ein in der Längsrichtung stehender Hund aus grosser Nähe photographirt wurde und die Hinterbeine doppelt so lang als die Vorderbeine

1) Solche kleine Objective von kurzer Brennweite sind namentlich für Detectivaufnahmen im Gebrauch.

ausfielen. Hätte der Hund quer gestanden, so wäre die Verzeichnung kaum merklich gewesen. Keinesfalls aber verlange man von kleinen Handapparaten und Linsen von sehr kurzem Focus, dass sie fehlerlos Objecte in grossem Massstabe zeichnen. Fig. 191 zeigt eine Photographie, welche mit demselben kleinen Apparate aufgenommen ist: Die Kuh war 5 Meter vom Apparate entfernt und lässt keinerlei störende Verzerrung des Bildes wahrnehmen.

Bei Aufnahmen von ganzen Figuren etc. sollte man ohne zwingenden Grund sich mit dem Apparate nicht weiter nähern, als höchstens bis die Aufstelldistanz gleich der $1^1/_2$ fachen Grösse der Figur beträgt; dann ist der Gesichtsfeldwinkel ungefähr 60 Grad, wobei eine solche Uebertreibung der Perspective nicht vorkommt.

B. Nach theoretischen Grundsätzen musste die Achse des Objectivs, folglich auch jene der Camera, genau horizontal stehen und die Achse des Objectivs senkrecht auf die Visirscheibe fallen, wie Fig. 192 zeigt,

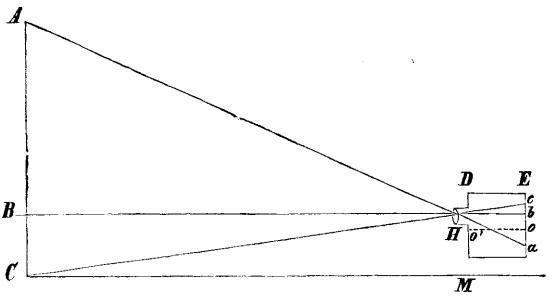


Fig. 192. Aufstellung der Camera.

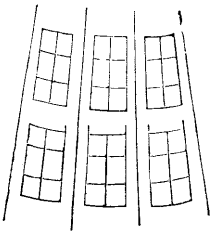


Fig. 193. Verzeichnung durch falsche Stellung der Linse.

sonst findet eine Verzeichnung statt. Eine geringe Neigung bringt jedoch bei Porträt- und Landschafts-Aufnahmen unter gewöhnlichen Umständen keine merkliche Verzeichnung hervor, so lange man nicht die Grenze der Zulässigkeit überschreitet. Wird z. B. bei der Aufnahme einer stehenden Person das Objectiv stark gegen die Hüfte geneigt, so ist das Bild den Gesetzen der Perspective zuwider, indem der Hals verkürzt erscheint. Richtig wird das Bild, wenn dae Objectiv horizontal in der Höhe der Schultern steht.

Bei den Weitwinkellinsen besteht ein Hauptpunkt bei der Aufnahme eines Gebäudes oder Monumentes darin, dass die Camera ganz horizontal steht.

Meistens fällt in solchen Fällen der obere Theil (*A*) des Bildes eines Monumentes (*ABC* Fig. 192) ausserhalb der Visirscheibe der Camera. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, muss man das Objectivbrettchen, in welchem das Objectiv *H* befestigt ist, in die Höhe schieben, bis das Bild *cba* des Monumentes genau den gewünschten Platz in der Mitte des Einstellglases einnimmt.

Würde man beim Einstellen die Camera schief stellen, indem man das Objectiv nach oben neigt, so würden die verticalen Linien des Bildes nach oben zusammenlaufen, wie Fig. 193 zeigt.

Wenn eine Strasse *ABCD*, Fig. 194, durch eine nach aufwärts gerichtete Linse (wie Fig. 194 zeigt) aufgenommen würde, würden die Häuser der Strasse gegen die Mitte zu geneigt erscheinen, als wollten sie zusammenstürzen[1]). Diesen Fehler kann man häufig bei Aufnahmen mittels Handcameras, welche schräg gehalten werden, wahrnehmen.

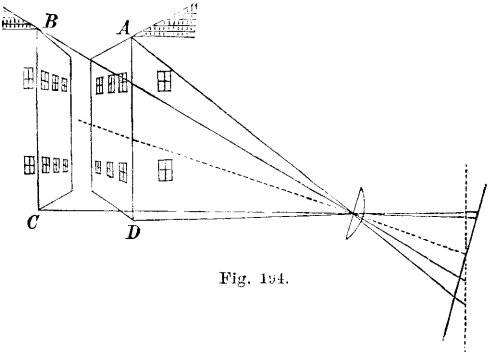


Fig. 194.

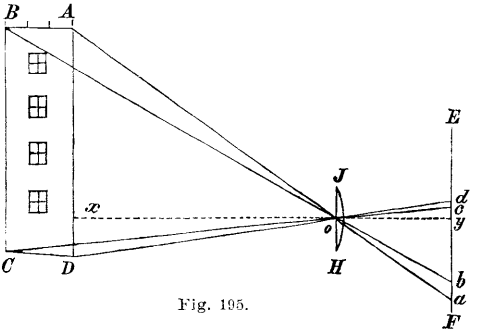


Fig. 195.

Durch Schrägstellen der Visirscheibe kann man die Linien von Gebäuden oder Thürmen, die im Bilde ein Zusammengehen der Linien nach oben zeigen, parallel erhalten. Es sei *ABCD* (Fig. 195) ein viereckiger Thurm, *JH* die Linse mit horizontaler Achse und *EF* die parallel mit dem Thurme stehende Visirscheibe. Die Entfernung *Aa* und *Bb* ist grösser als die Entfernung *Cc* und *Dd*.

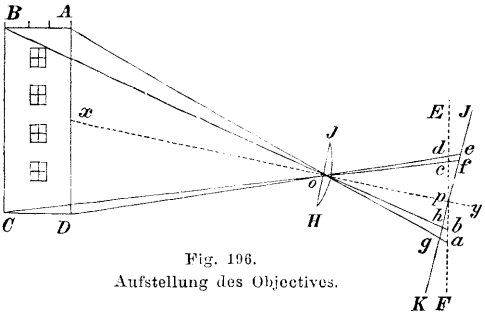


Fig. 196.
Aufstellung des Objectives.

Es ist ein bekanntes Gesetz der Optik, dass die Grösse des Bildes mit der wachsenden Entfernung abnimmt; das heisst, je entfernter der Gegenstand, um so kleiner das Bild. In diesem Beispiel ist die Thurmspitze *AB*

1) Diese Convergenz der Linien einer Matrize kann man beheben, wenn man nach der Matrize ein Diapositiv mittels der Camera macht und hierbei die Camera in entgegengesetzter Richtung neigt (respective das Negativ schräg stellt). Nach dem Diapositiv macht man ein Negativ oder vertheilt in schwierigen Fällen die Correctur der Convergenz der Linien auf die Erzeugung des Diapositivs und Negativs.

weiter vom Objectiv entfernt, als die Punkte CD; aus diesem Grunde gehen die parallelen Seitenlinien im Bilde nur wenig, etwa so, wie es den Gesetzen der Perspective entspricht, nach oben zusammen; wenn die Camera höher steht als der Gegenstand, gehen sie nach unten zusammen.

Stellt man auf den Mittelpunkt X des Thurmes $ABCD$ (Fig. 196) ein und richtet man den ganzen Apparat (sowohl die Linse JH als die Visirscheibe JK) schräg nach aufwärts, um die Thurmspitze ins Bild zu bekommen, so gehen die Linien viel stärker nach oben zusammen als bei der horizontalen Stellung; denn das obere Stück gh erscheint auf der Ebene JK projicirt kürzer als auf EF; dagegen wird das dem unteren Theile des Thurmes entsprechende Stück ef grösser als dc erscheinen. Der Thurm erscheint also zufolge der Neigung der Linse als vierseitige Pyramide. Wird aber die Linse in der Stellung Fig. 196 belassen und nur die Visirscheibe in der Lage EF vertical gestellt, so erhält man ein scharfes Bild, welches sehr wenig verzeichnet ist. Im Allgemeinen dient als Regel, dass man die correctesten Bilder erhält, wenn der aufzunehmenden Gegenstand, Objectivbrett und Visirscheibe parallel gerichtet sind. Ist dies nicht möglich, so richte man die Camera derartig schräg, dass wenigstens die Visirscheibe parallel mit dem Gegenstande (Gebäude etc.) gerichtet ist, während das Objectivbrett nach auf- oder abwärts geneigt sein kann.

XV. Die Wahl der Objective.

A) Für Porträt-Aufnahme.

Der Photograph, welcher die Porträt-Photographie als Hauptgegenstand des Geschäftes betreibt, bedarf mehrerer Objective. Insbesondere eines für Visitkarten, Cabinet-Bilder und grössere Formate, z. B. Bilder von 30×40 cm.

Die Wahl des Objectives hängt von der Länge des Ateliers ab. In den meisten Fällen ist man aber gegenwärtig durch allzu kurze Ateliers nicht zu sehr beschränkt.

Verhältnissmässig die weiteste Aufstelldistanz von den gangbaren Formaten verlangt ein Visit-Standbild; bei einem Visit-Brustbild braucht man nur mehr die Hälfte und beim Cabinet-Brustbild $^1/_4$ von jener Distanz. Die Inhaber sehr kurzer Ateliers werden deshalb bei der Wahl der Objective zunächst zu untersuchen haben, welches Objectiv noch Visit-Standbilder in der gegebenen minimalen Entfernung liefert. Grössere Formate lassen sich dann leicht herstellen, da sie kurze Aufstelldistanz verlangen.

Die entsprechenden Entfernungen zwischen Personen und photographischem Apparate können an der Hand der Brennweiten der

Objective und der Tabelle auf Seite 231 dieses Handbuches leicht ermittelt werden.

Im Nachfolgenden geben wir ein Beispiel über die Berechnung von Tabellen für die nothwendigen Entfernungen zwischen Aufnahme-Object (Modell) und Visirscheibe der Camera für die wichtigsten Porträtaufnahmen im Visit- und Cabinet-Format mittels Voigtländer'scher Objective.

Die Grösse eines Mannes ist = 175 cm, die Grösse seines Bildes im Visit-Standbild = 6,8, im Visit-Brustbild = 4,8, im Cabinet-Standbild = 9,2, im Cabinet-Brustbild = 10,5 cm angenommen.

Abth. I (S. 122) Schnellarbeiter	Brennweite cm	Cabinet-Brustbild $^1/_6$	Visit-Brustbild $^1/_{11}$	Cabinet-Standbild $^1/_{19}$	Visit-Standbild $^1/_{25}$	Vergrösserung
No. 3B	17,4	—	2,28	—	—	Entfernung zwischen Person und matter Scheibe in Meter.
„ 4B	20,9	—	2,74	—	5,65	
„ 5B	24,5	—	3,20	—	6,62	
„ 6B	30,6	2,20	4,00	6,44	8,27	
„ 7B	39,5	2,84	5,17	8,31	10,68	
Abth. II (S. 83) Porträt-Euryscope						
No. 3	20,2	—	2,64	—	5,46	Entfernung zwischen Person und matter Scheibe in Meter.
„ 4	26,3	—	3,44	—	7,11	
„ 5	30,9	2,18	4,04	6,50	8,35	
„ 6	37,8	2,72	4,95	7,96	10,22	
„ 7	47	3,38	6,15	9,90	12,71	
Abth. III (S. 83) Porträt-Euryscope mit grösserem Gesichtsfeld						
No. 1A	16,3	—	2,13	—	4,41	Entfernung zwischen Person und matter Scheibe in Meter.
„ 2A	19,8	—	2,59	—	5,35	
„ 3A	21,7	—	2,84	—	5,87	
„ 4A	28,6	2,06	3,74	6,02	7,73	
„ 5A	34,4	2,48	4,50	7,24	9,30	
„ 6A	41,2	2,97	5,39	8,67	11,14	
„ 7A	51,4	3,70	6,73	10,82	13,90	
„ 8A	67,2	4,84	8,80	14,15	18,17	

Bei Porträten wird gewöhnlich die Aufstelldistanz zwischen 3,7 bis 7 m schwanken. Bei kürzerer Distanz zeigen die Bilder übertriebene Perspective und ungleiche Vertheilung der Schärfe; bei zu grosser Distanz mangelt dem Bilde Plastik und Relief (vergl. S. 248). Bei Petzval-Porträtobjectiven soll deren Brennweite etwa doppelt so lang als die Seite des gewünschten Bildes sein.

Zur Aufnahme von Kinderbildern und Brustbildern in Visitkartengrösse dienen Schnellarbeiter nach Petzval's System von 17 bis 25 cm

Brennweite, je nach der Länge des Ateliers (die grösseren Nummern sind besser) [s. die Objectiv-Verzeichnisse von Voigtländer S. 82 u. 122, Suter S. 119, Busch S. 118]. Für ganze Figuren in Visitformat empfehlen sich Schnellarbeiter nach Petzval oder Porträt-Euryscope oder Rapid-Aplanate von 20 bis 30 cm Brennweite, erstere nur, wenn die Atelier-Länge die Anwendung eines grösseren Instrumentes nicht gestattet. Auch Antiplanete können hierfür sehr gute Dienste leisten, da sie bei der Wiedergabe stehender Figuren ein sehr gutes anastigmatisch-ebenes Bildfeld geben.

Für Cabinet-Brustbilder verwendet man Schnellarbeiter (Petzval-System) von 30 bis 40 cm Brennweite. Für Cabinet-Standbilder dienen ebensolche Objective von 35—40 cm Brennweite oder Porträt-Euryscope (Voigtländer, Abth. II oder III) von 35 bis 50 cm Brennweite; nöthige Atelierlänge (für Cabinet-Standbilder) $7\frac{1}{2}$ bis 9 m. Wenn man ein genügend langes Atelier hat, so wählt man Objective von etwas grösserer Sorte. Als billige Objective von geringerer Lichtkraft dienen kleinere Linsen mit verhältnissmässig langer Brennweite.

Die speciellen Objective, welche besonders zur Aufnahme stehender Figuren dienen, sowie die für besonders flache Bildfläche hergestellten Objective (für „Promenadeformat" etc.) haben den Hauptzweck, Kopf, Hände und Füsse derselben scharf ohne Einführung kleiner Blenden zu zeigen. Zu diesem Zwecke ist das Bildfeld bedeutend beschränkt und die Zeichnung gegen den Rand hin weniger fein, als bei den gewöhnlichen Porträtlinsen, welche im Wesentlichen für Kniestücke etc. bestimmt sind. Deshalb sind die ersteren häufig so construirt, dass sie selbst durch Abblenden keine vollkommene Schärfe über die ganze Fläche geben.

Für eine Bildgrösse $= 27 \times 35$ cm nimmt man gewöhnlich ein Porträtobjectiv oder besser Euryscop von 15 cm Oeffnung und 45 bis 60 cm Brennweite. Für viele Fälle ist die Anwendung von Euryscopen, Antiplaneten oder ähnlichen Constructionen vorzuziehen, besonders dann, wenn das Atelier ein kurzes ist; allerdings sind die beiden letzteren etwas lichtschwächer als erstere, aber dieser Unterschied kommt seit der Einführung des Bromsilbergelatine-Verfahrens weniger als früher in Betracht.

Bei Aufnahmen im Freien können weniger lichtstarke Objective, wie Antiplanete, Euryscope, Aplanate und selbst unter guten Lichtverhältnissen Landschaftslinsen dienen.

Bei der hohen Empfindlichkeit der Bromsilbergelatine ist es gegenwärtig möglich, Porträtaufnahmen im Freien mit Linsen zu machen, welche man früher für wenig tauglich zu diesem Zwecke erklärte, so z. B. mit einem Weitwinkelaplanat oder -Euryscop.

Um grosse Bilder zu erzeugen, pflegt man Linsen vom grossem Durchmesser zu nehmen. Ein derartiges direct in die Camera aufgenommenes Brustbild in Lebensgrösse war z. B. 1862 auf der Pariser Weltausstellung von Darlot ausgestellt[1]). Dies ist nicht immer praktisch, weil grosse Objective schwierig herzustellen und kostspielig sind, weshalb seit Langem, z. B. von W. Ross in New-York 1857[2]) es als zweckmässiger erklärt wurde, mässig kleine Bilder durch directe Aufnahme herzustellen und dann zu vergrössern. Gegenwärtig dienen Euryscope oder Aplanate zu diesem Zwecke.

Objective, welche zu Porträtaufnahmen im Atelier geeignet sind, mit der durchschnittlichen Helligkeit $\frac{f}{4}$:

1. Schnellarbeiter nach Petzval's System (von Voigtländer S. 122, Suter S. 117, Busch in Rathenow S. 118, Français S. 119, Dallmeyer S. 124).
2. Porträt-Euryscope (Voigtländer S. 83).
3 Porträt-Aplanate (Suter S. 96, Fritsch S. 94).

B) Für Gruppen-Aufnahme.

Die Aufnahme von Gruppen verlangt ein Instrument von ziemlich gleicher Lichtstärke wie die Porträtapparate, aber von ausgedehnterem Gesichtswinkel und einer bedeutenden Tiefe. Die gewöhnlichen Porträt-Doppelobjective (Petzval'scher Construction) sind für Gruppen-Aufnahmen wenig geeignet. Sogenannte Schnellarbeiter entsprechen diesen Bedingungen nicht. Es müssen vielmehr Objective von grösserem Gesichtsfeldwinkel (ungefähr 60—70 Grad) benutzt werden, welche eine gleichmässige Vertheilung der Schärfe besitzen. Hierzu eignen sich insbesondere Antiplanete (die grösseren Nummern s. S. 109), Euryscope (Serie IV oder besser V, Seite 84 u. 85), Aplanate (s. Seite 74), Anastigmate (s. Seite 131) etc. Bei Aufnahmen im Freien können sogar Weitwinkel-Aplanate, -Euryscope oder -Anastigmate dienen, da dieselben selbst bei ziemlich starker Abblendung noch hell genug für das Bromsilbergelatine-Verfahren sind. Sobald der Photograph genöthigt ist, in einem kleinen Hofe oder Garten ausgedehnte Gruppenaufnahmen zu machen, bleibt kein anderes Auskunftsmittel, als die Verwendung von eigentlichen Weitwinkelobjectiven. Bei Aufnahmen im Atelier zieht man jedoch die Objective von mittlerer Helligkeit $\left(\frac{f}{6}\text{ bis }\frac{f}{8}\right)$ und mässigem Gesichtsfeldwinkel vor.

---

1) H. W. Vogel, Die Photographie auf der Londoner Weltausstellung. 1863. Seite 12.

2) Kreutzer's Jahrber. f. Phot. 1857. S. 439; aus „The Liverpool phot. Journal".

Objective, welche zu Gruppenaufnahmen geeignet sind, mit der durchschnittlichen Helligkeit von $\frac{f}{5}$ bis $\frac{f}{7}$ und einem Gesichtsfeldwinkel von 60 bis 70 Grad.

1. Gruppen-Antiplanet (Steinheil S. 109, Fritsch S. 111).
2. Euryscope und Rapid-Weitwinkel-Euryscope (Voigtländer S 86 u. 87).
3. Aplanate (Steinheil S. 74, Suter S. 96, Fritsch S. 94, Français S. 104, Goerz' Lynkeioscop S 99).
4. Triplet (Zeiss S. 137).

C) Für Reproductionen.

Für die Reproduction von Zeichnungen, Plänen etc. ist der Aplanat, das Euryscop, Rectilinear, Anastigmat von mindestens 50—60 cm Brennweite[1]) sehr geeignet. Bei sehr grossem Format ist der Weitwinkel-Aplanat Steinheil's besonders zu empfehlen, namentlich dann, wenn man ein Umkehrungsprisma anbringen will. Dieses Instrument wurde zu diesem speciellen Zwecke zuerst im militär-geographischen Institut in Wien für grosse Pläne angewendet. Für gewöhnlich wählt der Photograph aber eines der drei erstgenannten, weil sie so lichtstark sind, dass sie auch (mit grösseren Blenden) zu Gruppen-Aufnahmen verwendet werden können. Wo ausschliesslich Karten reproducirt werden, zieht man den Steinheil'schen Weitwinkel-Aplanat vor; in neuerer Zeit kommt auch der Zeiss'sche Anastigmat in Betracht, welcher ebenso wie der Weitwinkel-Aplanat ein ausgezeichnetes Objectiv zur Reproduction grosser Pläne (60 × 60 cm bis über 1 qm) ist.

Zur Aufnahme von Gemälden mittels des orthochromatischen Collodionverfahrens sind die Weitwinkel-Aplanate und -Anastigmate bei schlechtem Lichte im Atelier zu lichtarm und man muss dann zum Euryscop oder Aplanat $\left(\frac{f}{6}\right)$ greifen, namentlich wenn man mit Gelbscheiben arbeitet.

D) Für Monumente und Architekturen.

Für grössere Architekturbilder ist eine correcte Zeichnung des Objectives unerlässlich.

Hierzu eignen sich alle correct zeichnenden Objective gut. Man beachte, dass im Falle einer sehr kurzen Aufstelldistanz die Brennweite eine sehr kurze sein muss, und sog. Weitwinkellinsen (Weitwinkel-Aplanat, -Euryscop, -Lynkeioscop, -Anastigmat etc.) in Anwendung kommen müssen. Sobald man über eine genügend weite Aufstelldistanz

1) Bei Reproductionen in gleicher Grösse sind Objective von langer Brennweite stets vorzuziehen, damit man sich mit der Camera dem Originale nicht zu sehr zu nähern braucht, wodurch einerseits die Gleichmässigkeit der Beleuchtung leiden, andererseits das Einstellen erschwert würde.

verfügt, sollen die verwendeten Objective keinen grösseren Gesichtsfeldwinkel als 60 Grad haben.

E) Für Landschaften.

Um unter den zahlreichen Landschaftsobjectiven eine Wahl zu treffen, ist es nothwendig, über folgende Punkte im Klaren zu sein:

1. Die Grösse des Bildes.
2. Den Gesichtsfeldwinkel oder die Ausdehnung des Gegenstandes, welchen man umfassen will.
3. Die Natur des Bildes, ob es bloss Landschaft, Architektur oder beides ist.

Gewöhnlich bedient man sich für Landschaftsaufnahmen der Aplanate, Landschafts-Aplanate oder ähnlicher Constructionen, wie auf S. 256, Note 3 angeführt ist.

Für gewöhnliche Landschaften sind die Weitwinkel-Doppelobjective nicht zu empfehlen, weil sie die Perspective scheinbar so übertreiben, dass man die Gegend im Bilde oft kaum erkennt. Man wende also derartige Linsen in der Landschafts-Photographie etc. nur an, wenn keine genügende Aufstelldistanz gegeben ist, oder Panoramen von grossem Bildwinkel erhalten werden sollen.

Zu Landschafts-Aufnahmen ist für Anfänger (wegen des geringen Preises) als auch für Fachphotographen die einfache Linse empfohlen, weil sie sehr brillante Bilder gibt (s. S. 55) und deren Lichtkraft gross genug ist (grösser als bei manchen Weitwinkel-Doppelobjectiven), um selbst mit sehr kleiner Blende in einigen Secunden ein ausgearbeitetes Negativ auf Bromsilbergelatine zu geben. Sie arbeitet tiefer als ein abgeblendetes Porträtobjectiv. Der einzige Uebelstand ist eine geringe Krümmung der Linien, welche dann sichtbar wird, wenn durch gerade Linien begrenzte Objecte (z. B. Gebäude) am Rande des Bildes sich befinden; letzteres kann vermieden werden, wenn man die Gebäude in die Mitte des Bildes bringt. Für Architekturen etc. ist der Aplanat, das Euryscop, Anastigmat, Paraplanat, Antiplanet etc. vorzuziehen (s. S. 256).

Der Weitwinkel-Landschaftsaplanat ist anzuwenden, wenn man bei kurzer Aufstelldistanz auf eine Platte von gegebener Grösse ein ausgedehntes Bild der Landschaft erhalten will; dies ist durch die kurze Brennweite bedingt. Für den gewöhnlichen Bedarf ist der Landschaftsaplanat zu empfehlen, weil er lichtstärker als der vorige ist und nicht so viel von dem oft störenden Vordergrund in das Bild bringt. Dagegen gibt es kein praktischeres und billigeres Instrument als die einfache Linse, wenn es sich darum handelt, einen weit entfernten Gegenstand gross zu bekommen; andere Linsen von entsprechend langer Brennweite,

welche einen Gegenstand eben so gross zeichnen, sind bedeutend kostspieliger. Sehr gut eignet sich auch die Hinterlinse eines Aplanaten etc. (s. Seite 63).

Um ein und denselben Gegenstand auf der matten Scheibe verschieden gross zu bekommen, ohne dass man die Aufstellung des Apparates ändert, so ist es für den Landschafter räthlich, mit Linsen von verschiedener Brennweite sich zu versehen: Entweder mit mehreren einfachen Linsen von verschiedener Brennweite, oder mit einem Einsatz von Landschafts-Aplanaten (s. S. 151 und 155).

Für Landschafts-Aufnahmen mit bewegter Scene sind die sub F) erwähnten Objective zu wählen, nämlich der Aplanat, das Euryscop, der Anastigmat, Paraplanat etc.

Für Landschaftsaufnahmen bei unbehinderter Aufstelldistanz eignen sich:

1. Als gutes billiges Objectiv, welches aber eine wenn auch geringe Verzerrung gerader Linien am Bildrande gibt: die einfache Landschaftslinse (s. Fritsch S. 57, Suter S. 58, Goerz S. 58, Voigtländer S. 60) etc. Dieselbe kann auch zu Momentaufnahmen im Freien bei gutem Lichte (s. Choroscop, S. 60) verwendet werden.

2. Eine allgemeine Verwendung lassen aplanatischen Doppelobjective und Antiplanete zu. — Die hierzu geeigneten Aplanate haben einen Gesichtsfeldwinkel von 70—80 Grad und ihre wirksame Oeffnung ist $\frac{f}{7}$ bis $\frac{f}{12}$; sie sind auch für Architekturen, Reproductionen, Moment- und Gruppenaufnahmen im Freien geeignet.

Hierher gehört:

a) der Landschafts-Aplanat (Steinheil S. 74, Fritsch S. 94).

b) der Aplanat (Steinheil S. 74, Fritsch Aplanat C. S. 94, Suter S. 95, Français u. A. S. 104); ferner Euryscope (Voigtländer S. 87), der Paraplanat (Goerz S. 102), Lynkeioscop (Goerz S. 99) und die verwandten Rectilineare (s. o).

c) Anastigmat (Zeiss S. 132).

Für Landschafts- und Architektur-Aufnahmen bei geringer Aufstelldistanz sind Weitwinkel-Objective zu verwenden, deren Gesichtsfeldwinkel 90 bis über 100 Grad und deren wirksame Oeffnung $\frac{f}{10}$ bis $\frac{f}{25}$ beträgt. Hierher gehört:

1. Weitwinkel-Aplanat (Steinheil S. 77, Fritsch S. 95, Suter S. 97).

2. Weitwinkel-Euryscop (Voigtländer S. 88), und Weitwinkel-Lynkeioscop (Goerz S. 99).

3. Zeiss' Anastigmate (S. 134).

4. Pantoscope (Hartnack S. 90, Busch S. 144) etc.

F) Moment-Aufnahmen im Freien.

Sehr geeignet sind hierzu die Gruppen-Antiplanete, sowie Aplanate, Euryscope und Anastigmate, Paraplanate etc., da dieselben bei kurzer Brennweite ein über eine grosse Fläche hin scharfes, gleichmässig helles Bild geben. Die Lichtkraft ist trotzdem so gross, dass sie wenig hinter den Porträtobjectiven zurücksteht und Moment-Aufnahmen auf Bromsilbergelatine-Platten mit Leichtigkeit (bei guter Beleuchtung,

Sonnenschein) gemacht werden können, selbst wenn man ziemlich stark abblendet. Da sie ein grösseres Bild schärfer und tiefer zeichnen als das Petzval'sche Objectiv, so sind sie unter diesen Umständen demselben vorzuziehen[1]). Auch mit der einfachen Landschaftslinse können bei gutem Lichte gute Momentbilder gemacht werden.

Im Allgemeinen empfiehlt es sich, Moment-Aufnahmen mit Objectiven von kleineren Dimensionen zu machen und dann zu vergrössern (s. oben), da dieser Vorgang der leichtere ist.

Zur Aufnahme einzelner in sehr rascher Bewegung befindlicher Gegenstände dienen Porträtobjective (s. S. 112); für Momentbilder von grösserem Bildfelde, wie Strassenscenen, Landschaften mit bewegtem Vordergrunde, Seestücke etc. eignen sich die für Gruppen-Aufnahmen bezeichneten Objective (s. oben). Unter günstigen Lichtverhältnissen können auch alle Landschaftsobjective dienen (s. S. 257).

Für gewöhnliche Moment-Aufnahmen (belebte Strassenscenen), bei welchen die Belichtungsdauer $^1/_{15}$ bis $^1/_{50}$ Secunde dauert, genügt im Sommer ein Doppelobjectiv, welches auf ungefähr $\frac{f}{20}$ abgeblendet ist[2]), während im Winter die Blende höchstens $\frac{f}{10}$ sein soll[3]).

Für Detectiv-Cameras mit fixer Einstellung (s. S. 243) benutzt man meistens Antiplanete, Aplanate, Euryscope, Anastigmate, Lynkeioscope und zwar für kleine Bildformate (z. B. 6×6 cm bis 8×8 cm) von 6 cm bis 10 cm Brennweite, für Visitbilder (9×12 cm) von 12 bis 16 cm Brennweite. Man kann auch Weitwinkel-Constructionen verwenden, welche bei voller Oeffnung $\left(\frac{f}{10}\right)$ ein Bildfeld von 50—60 Grad scharf wiedergeben, z. B. Landschafts-Aplanate (s. S. 76), Lynkeioscope (S. 99), lichtstarke Weitwinkel-Euryscope (S. 86), Anastigmate (S. 128).

Schliesslich sei bemerkt, dass die modernen wohlfeilen kleinen Detectiv-Apparate häufig bloss einfache Landschaftslinsen enthalten, welche

1) Für ganz kleine Momentaufnahmen, welche in Bezug auf Schnelligkeit (Kürze der Expositionszeit) den höchsten Anforderungen entsprechen, verwendet O. Anschütz kleine Porträtobjective nach Petzval's System (Voigtländer's Schnellarbeiter); diese Aufnahmen werden dann vergrössert.

2) Während des Sommers soll die Blende für Momentverschlüsse mittlerer Geschwindigkeit bei schlechtem Lichte $\frac{f}{10}$ sein und kann bei gutem Lichte auf $\frac{f}{30}$ herabgesetzt werden, sobald man Bromsilbergelatineplatten von 23—25 Grad Warnerke benutzt.

3) Bei schlechtem Lichte im Winter soll die Objectivöffnung womöglich $\frac{f}{4}$ bis $\frac{f}{5}$ betragen, bei gutem Lichte kann man $\frac{f}{12}$ abblenden.

auf circa $\frac{f}{15}$ bis $\frac{f}{20}$ abgeblendet, sind und eine Brennweite von circa 15 cm haben.

Für Touristen-Cameras (Reise-Apparate, Cameras für Amateur-Photographie) pflegt man bei einer einfachen Ausrüstung mit einem Objectiv (abgesehen von den billigsten einfachen Landschaftslinsen), Aplanate, Euryscope oder analoge aplanatische Doppelobjective, Antiplanete oder Anastigmate beizugeben, deren relative Oeffnung $\frac{f}{5}$ bis $\frac{f}{8}$ ist und deren Brennweite annähernd gleich der längsten Seite des Plattenformates ist. Z. B.:

für Plattenformat	Brennweite
9 × 12 cm	12 bis 14 cm
13 × 18 „	circa 18 „
18 × 24 „	„ 24 „

Solche Objective, welche man in den obigen Objectivverzeichnissen[1]) vorfindet, zeichnen mit ihren kleineren Blenden die angegebenen Plattenformate scharf und genügen für die gewöhnlichen Anforderungen des Amateur-Photographen.

Da diese Objective mit grossen Blenden eventuell herzustellende Momentbilder nicht im vollen Formate scharf geben, so empfiehlt es sich, für diesen Zweck grössere Nummern von Antiplaneten, Aplanaten, Euryscopen etc. anzuschaffen.

Für eine vollkommene Ausrüstung mit zwei Objectiven soll man ein lichtstarkes Objectiv $\left(\frac{f}{5}\text{ bis }\frac{f}{8}\right)$ wählen, welches mit grossen Blenden das Bildformat scharf zeichnet und dessen Brennweite bis $1^1|_2$ mal länger als die längste Bildseite ist; als zweites Objectiv für Aufnahmen aus nahen Distanzen ist ein Weitwinkel-Objectiv zu wählen, dessen Brennweite ungefähr $^2|_3$ der längsten Bildseite beträgt. Z. B.:

für Plattenformat	Lichtstarkes Objectiv (Antiplanet, Aplanat[2]), Anastigmat). Brennweite ungefähr	Weitwinkel-Objectiv Brennweite ungefähr
9 × 12 cm	16—18 cm	9—10 cm
13 × 18 „	24—28 „	12—14 „
18 × 24 „	35—40 „	17—20 „

Hier hat also das Weitwinkelinstrument ungefähr die halbe Brennweite des lichtstarken Objectives; man kann sich dann zur Ergänzung noch ein Objectiv von mittlerer Brennweite beschaffen oder sich eines Objectiv-Satzes (s. S. 151 u. 152) bedienen, bei welchem man auch Linsen von langer Brennweite (z. B. das Doppelte der längsten Bildseite) zur Verfügung hat.

Wer hauptsächlich Momentphotographie, Thierstudien im Freien etc. betreibt, beschaffe sich für das Plattenformat 16 × 21 cm oder 18 × 24 cm ein Euryscop (IV) von 66 mm Oeffnung und 38 cm Brennweite, ein Antiplanet von 64 mm Oeffnung und 36 cm Brennweite oder ein Anastigmat von ungefähr 32 cm Brennweite und $51^1|_2$ mm Oeffnung. — Weitere Angaben über Momentapparate finden sich in den folgenden Capiteln.

---

1) Antiplanete S. 109 und 112, Aplanate S. 73, 92 und 95, Euryscope S. 82, Paraplanate S. 102, Lynkeioscope S. 99, Anastigmate S. 128.

2) Hier sind stets Aplanate im weiteren Sinne des Wortes gemeint, wozu bekanntlich der Steinheil'sche, Fritsch'sche, Suter'sche etc. Aplanat, das Euryscop, Lynkeioscop, der Paraplanat etc. gehören.

SECHSZEHNTES CAPITEL.

BERECHNUNG DER EXPOSITIONSZEIT AUS DER BESCHAFFENHEIT DES OBJECTIVES UND DES GEGENSTANDES.

I. Belichtungszeit für Gegenstände in Ruhe.

Für die Expositionszeit t einer photographischen Platte gilt annäherungsweise die Formel

$$t = \text{Constante} \cdot \left(\frac{\text{Brennweite}}{\text{Blendendurchmesser}}\right)^2,$$

in welcher die Brennweite und die wirksame Oeffnung der Blende des verwendeten Objectives in Rechnung zu ziehen ist und die Constante gewisse Werthe, je nach der Empfindlichkeit der Platte, der Helligkeit des jeweiligen Lichtes, der Farbe des Gegenstandes etc. annimmt.

Die Dauer der Expositionszeit in der Photographie, d. h. die Zeit, während welcher das Licht auf die empfindliche Oberfläche wirken muss, ist nämlich zahlreichen Schwankungen unterworfen, welche durch verschiedene Ursachen bedingt sind.

Man kann diese Ursachen in drei Hauptklassen eintheilen, nämlich in optische, chemische und physische. Wir wollen selbe der Reihe nach ins Auge fassen:

A) Einfluss des photographischen Objectives.

1. Die Aufnahmezeit ist proportional dem Quadrat der Brennweite des Objectives (s. S. 208). Daraus folgt, dass ein Objectiv, dessen Brennweite zwei-, drei- oder viermal grösser ist, als die eines anderen von gleicher Oeffnung, eine vier-, neun-, sechszehnmal längere Exposition erfordert.

2. Die Expositionszeit ist verkehrt proportional dem Quadrat des Durchmessers der Oeffnung des Objectives. Dieses Gesetz regelt die

Variationen der Expositionszeit bei der Anwendung verschiedener Blenden, d. h. wenn eine Linse mit einem Centimeter Durchmesser in 8 Minuten ein Bild gibt, so braucht man nur $^1/_4$ der Zeit (also 2 Minuten), wenn die Blende den doppelten Durchmesser. und den neunten Theil, wenn die Blende den dreifachen Durchmesser hat.

Durch Brennweite und Oeffnung wird also die Lichtkraft des Objectives und dadurch die Expositionszeit bestimmt. Die einem Objectiv entsprechende Expositionszeit wird ausgedrückt durch den Werth $t = \frac{F^2}{D^2}$, d. h. das Quadrat der Brennweite (F) dividirt durch das Quadrat des Durchmessers der Linsenöffnung (resp. Blendenöffnung D).

Man kann auf diese Weise leicht für ein Objectiv mit verschieden grossen Blenden die correspondirenden Expositionszeiten ausrechnen oder Tabellen für verschiedene Objective mit den dazu gehörigen Blenden angeben.

Z. B. ist die Expositionszeit (t) für zwei Objective von

a) 120 mm Brennweite und 14 mm wirksamer Oeffnung,
b) 220 „ „ „ 18 „ „ „

in folgender Weise nach der obigen Formel zu rechnen:

$$\text{für a) ist } t = \frac{120 \cdot 120}{14 \cdot 14} = 73{,}46, \text{ rund } 74,$$

$$\text{für b) ist } t = \frac{220 \cdot 220}{18 \cdot 18} = 149{,}48, \text{ rund } 150.$$

Man muss also unter den angegeben Verhältnissen mit dem Objectiv a) nur 74 Secunden belichten. mit b) aber 150 Secunden, das ist also ungefähr doppelt so lange. — Ueber die Einführung von Normalblenden s. S. 192.

3. Die Zeit der Aufnahme ist verschieden, je nach der Farbe der Gläser des Objectives, ihrer Zusammensetzung und Politur. Ausserdem ist es nicht einerlei, ob die beiden Linsen des achromatischen Objectives mit Canadabalsam verkittet sind, oder wenn sie bloss aneinander gelegt sind, weil das Licht im ersten Falle weniger Verlust erleidet, als im letzten. Aus diesem Grunde zeigen ganz analog construirte Objective oft eine verschiedene photographische Lichtkraft, welche von der berechneten bedeutend abweicht. Deshalb genügt es bei genaueren Arbeiten niemals, sich ganz auf die berechnete Exposition zu verlassen (vergl. S. 201).

B) Einfluss der Grösse des aufzunehmenden Gegenstandes.

Die Aufnahmezeit wechselt mit der Beleuchtung und Grösse des aufzunehmenden Gegenstandes.

Eine grosse, gut beleuchtete Landschaft lässt sich viel rascher aufnehmen, als ein von zerstreutem Licht erhellter Gegenstand, den man in natürlicher Grösse wiedergeben will. Noch länger muss exponirt werden, wenn der Gegenstand vergrössert photographirt werden soll, weil das vom Gegenstande reflectirte Licht in der Camera nicht concentrirt, sondern auf eine grössere Fläche vertheilt wird.

Ein sehr weit entferntes Object gibt ein Bild auf der matten Scheibe, welches mit dem wahren Brennpunkte zusammenfällt. In diesem Falle ist die Expositionszeit die kürzeste. Wird ein weit entferntes Panorama aufgenommen, so braucht man nur die Hälfte der Zeit zu exponiren, als für eine Landschaft mit Vordergrund. Wenn man aber ein Object in natürlicher Grösse aufnimmt, so ist das Bild auf der matten Scheibe vom Objectiv doppelt so weit entfernt als der wahre Brennpunkt. Im letzteren Falle wird man unter sonst gleichen Umständen bedeutend länger exponiren müssen, als bei weiter Distanz des Objectes.

C) Einfluss der Farbe und Beleuchtung des aufzunehmenden Gegenstandes.

Die Farbe und Beleuchtung des aufzunehmenden Gegenstandes übt begreiflicher Weise einen enormen Einfluss auf die Dauer der Exposition aus und hängt nicht nur von der Empfindlichkeit der Platte gegen weisses Licht, sondern auch von der Farbenempfindlichkeit derselben ab. Dies gilt z. B. für Reproduction von Zeichnungen auf weissem oder schwach gelblichem Papier etc. etc. und hier entscheidet nur der praktische Versuch (vergl. I. Band, 1. Hälfte, S. 280).

Für die Aufnahme von Landschaften, Ansichten etc. hat man aber Tabellen angegeben, welche nicht zu unterschätzende Anhaltspunkte bieten.

Am vollständigsten ist Burton's Tabelle, welche die Expositionszeiten für Gelatine-Emulsionsplatten von mässiger Empfindlichkeit und verschiedene Blenden des Objectives gibt. In der ersten Colonne ist das Verhältniss des jeweiligen Blendendurchmessers zur Brennweite gegeben, z. B. $\frac{f}{4}$ heisst, der Blendendurchmesser ist gleich dem vierten Theil der Brennweite. Unter „See und Himmel" ist ein offenes Seestück mit nur vereinzelten Gegenständen, wie Schiffe, verstanden, die dann fast nur als dunkle Silhouetten erscheinen. — Bei „offenen Landschaften" ist freier Vordergrund, Häuser etwa im Mittelgrunde und Bäume nur im Hintergrunde gedacht[1]). Sobald man rapide Trockenplatten verwendet, kann man ungefähr die Hälfte oder $^1/_4$ der in Burton's oder Dorval's Tabelle angegebenen Zeit nehmen.

1) Brit. Journ. of Phot. 1882. S. 529. Phot. Wochenbl. 1882. S. 317.

1.	2.	3.	4.	5.		6.		7.		8.	9.		10.	
Blendendurchmesser in Theilen der Brennweiten	See u. Himmel	Offene Landschaft	Landschaft mit dichtem Baumschlag im Vordergrunde	Unter Bäumen bis zu		Helle Interieurs von		Dunkle Interieurs bis		Porträte in hellem diffusem Lichte im Freien	Porträte bei gutem Atelier-Licht		Porträte im Zimmer	
	Sec.	Sec.	Sec.	Min.	Sec.	Min.	Sec.	St.	Min.	Sec.	Min.	Sec.	Min.	Sec.
$\frac{f}{4}$	$^1/_{160}$	$^1/_{50}$	$^1/_8$	—	10	—	10	—	2	$^1/_6$	—	1	—	4
$\frac{f}{5{,}657}$	$^1/_{80}$	$^1/_{25}$	$^1/_4$	—	20	—	20	—	4	$^1/_3$	—	2	—	8
$\frac{f}{8}$	$^1/_{40}$	$^1/_{12}$	$^1/_2$	—	40	—	40	—	8	$^2/_3$	—	4	—	16
$\frac{f}{11{,}314}$	$^1/_{20}$	$^1/_6$	1	1	20	1	20	—	16	$1^1/_3$	—	8	—	32
$\frac{f}{16}$	$^1/_{10}$	$^1/_3$	2	2	40	2	40	—	32	$2^2/_3$	—	16	1	4
$\frac{f}{22{,}627}$	$^1/_5$	$^2/_3$	4	5	20	5	20	1	4	$5^1/_3$	—	32	2	8
$\frac{f}{32}$	$^2/_5$	$1^1/_3$	8	10	40	10	40	2	8	$10^1/_2$	1	4	4	15
$\frac{f}{45{,}255}$	$^4/_5$	$2^2/_3$	16	21	—	21	—	4	15	21	2	8	8	30
$\frac{f}{64}$	$1^1/_2$	$5^1/_2$	32	42	—	42	—	8	30	42	4	16	17	—

Folgende von Dorval zusammengestellte Tabelle[1]) für die Expositionszeiten kann hier angeführt werden:

Bezeichnung des Gegenstandes	Sonne		Zerstreutes Licht		Trübes Wetter
	Tagüber	Morgen Abend	Tagüber	Morgen Abend	
Panoramische Ansicht	1	2	2	4	6
Wie vor, jedoch mit grossen Laubmassen	2	4	4	8	12
Aussicht mit Vordergrund und hellen Gebäuden	2	4	4	8	12
Ansicht mit Vordergrund und dunklen Gebäuden	3	6	6	12	18
Waldpartien, schlechte beschattete Flussufer	10	20	25	40	60
Lebende Objecte, Porträte und Gruppen im Freien	4	8	12	24	40
Wie vor, jedoch nahe einem Fenster oder unter einem Dach	8	16	24	48	80
Reproduction in gleicher Grösse und Vergrösserungen v. Photographien, Stichen etc.	6	12	12	24	50

Anmerkung. Tagsüber rechnet man im Sommer von 9 bis 4 Uhr, im Winter von 11 bis 2 Uhr. Es ist anzurathen, im Sommer nicht nach 6 Uhr, im Winter nicht nach 4 Uhr zu arbeiten, wegen der nöthig werdenden langen Expositionszeit.

1) Clément, Méthode pratique pour déterminer le temps de pose. 1880. S. 41.

Namentlich bei Landschaften sind die Unterschiede in der Expositionszeit sehr bedeutend. Dunkle enge Schluchten, versteckte Wasserfälle, dicht belaubte Waldpartien, wohin das Tageslicht nur spärlich durch die Lücken dringt, müssen sehr lange exponirt werden. Den schroffsten Gegensatz zu diesen Aufnahmen in Bezug auf Expositionszeit bilden grell beleuchtete Felspartien aus hellem Stein, welche man trotz kleiner Blendung manchmal fast momentan aufnehmen kann. Die übrigen Landschaften erfordern eine, je nach der Beleuchtung, je nach der Entfernung des Hauptobjectes vom Apparat, je nach der Klarheit der Luft und der Natur des Baumschlages verschiedene Exposition, welche übrigens bei gleichbleibendem Lichte nicht gerade übermässig variirt.

Der Einfluss der Tages- und Jahreszeit auf die Belichtungszeit wurde bereits oben (Bd. I, Erste Hälfte, S. 320) angegeben[1]), ebenso die Construction von Expositionsmessern, welche zur photometrischen Ermittelung der Belichtungszeit dienen (s. Bd. I, Erste Hälfte, S. 437).

Die vorhin genannten Punkte genügen zur hinlänglich genauen Schätzung der Belichtungszeit. Jedoch sind in Wirklichkeit weitaus mehr Factoren in die Rechnung zu ziehen, wenn man die Expositionszeit für die verschiedenen denkbaren Fälle theoretisch ermitteln will. Die eingehendsten Untersuchungen auf diesem Gebiete rühren von De la Baume-Pluvinel her („Le temps de Pose." Paris, 1890; im Auszuge „Eder's Jahrbuch f. Photographie für 1891." S. 407; Dr Lima, Talbot's Neuheiten) Allerdings haben die aus Pluvinel's Theorie und Tabellen sich ergebenden Belichtungszeiten einen beschränkten theoretischen Werth, weil die genaue Messung der zahlreich auftretenden Constanten praktisch unmöglich ist.

Die Gleichung zur Berechnung der Expositionszeit ist aus folgenden Factoren gebildet:

$$T = \frac{1}{E} \cdot \frac{1}{J} \cdot \frac{1}{C} \cdot \frac{1}{S} \cdot \frac{D^2}{(D-F)^2}.$$

Diese Factoren sind aus Tabellen zu entnehmen und beziehen sich in obiger Aufeinanderfolge

auf die Natur des Objectes . . . . . $\frac{1}{E}$,

auf die Lichtquelle . . . . . $\frac{1}{J}$,

auf die Helligkeit des Objectives . . . . . $\frac{1}{C}$,

auf die Empfindlichkeit der Trockenplatte . . . . $\frac{1}{S}$

und auf die Gegenstandsweite . . . . . $\frac{D^2}{(D-F)^2}$.

Es wäre z. B. ein photographisches Bild bei 20 cm Gegenstandsweite am 20. September um 3 Uhr bei zerstreutem Tageslicht mittels eines Objectives von 15 cm

1) A. Lainer rechnete aus den Holetschek'schen Tabellen, sowie jenen von Baume-Pluvinel, Eder und Anderen die reciproken Werthe in Tabellenform (Phot. Corresp. 1890. S. 215, 307 und 416).

Brennweite, bei dem Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite 1 : 32, zu vergrössern. Die zu verwendende Trockenplatte hat eine Empfindlichkeit von 23 Grad W.

Aus den Tabellen ergeben sich für gegebenes Beispiel folgende Zahlen:

$$T = 0{,}02 \cdot 4 \cdot 1{,}4 \cdot 102{,}4 \cdot 1{,}8 \cdot 16 = 5 \text{ m } 30 \text{ s}.$$

Bevor aber die allgemeine Endformel für die Expositionszeit aufgestellt wird, sollen die einzelnen darin auftretenden Factoren erklärt oder ihre mathematischen Ausdrücke angegeben werden.

Ein wichtiger Factor ist die Grösse $\frac{1}{E}$,

welche $= \frac{\log A_1 \cos^4 \alpha_1 - \log A_2 \cos^4 \alpha_2}{A_1 \cos^4 \alpha_1 - A_2 \cos^4 \alpha_2} \cdot \frac{40 \cdot \mu}{\pi \cdot \nu \cdot (1 - e^{-\mu \cdot \varepsilon})}$ ist. Darin bedeuten:

ε die Dicke der Bromsilbergelatineschicht,

μ ihr Absorptionscoëfficient,

ν den Absorptionscoëfficient der von reducirtem Silber gesättigten Schicht,

α_1 und α_2 die Winkel, welche die secundären Achsen fest gewählter, verschieden beleuchteter Elemente des Objectes mit der Hauptachse des Objectives bilden,

A_1 und A_2 die entsprechenden actinischen wirklich ausgestrahlten Lichtmengen (für Einheiten der Zeit, Fläche, Entfernung gerechnet).

Man könnte nun den Werth von $\frac{1}{E}$ mit Hilfe gewisser Voraussetzungen und auf Grund actinometrischer und anderer Messungen für jeden einzelnen Fall wirklich annähernd berechnen, doch wäre dies für die Praxis unausführbar; es ist also besser, $\frac{1}{E}$ auf rein experimentellem Wege für besondere Bedingungen zu bestimmen und dann die verschiedenen Fälle, die in der Praxis vorkommen, hierauf zu reduciren. (Siehe Tabelle der Werthe von $\frac{1}{E}$ weiter unten) Eben dasselbe gilt von der Grösse J, welche die actinische Intensität des beleuchtenden Strahlenbündels bedeutet und wofür man unten eine Tabelle findet.

Für die gesuchte Belichtungszeit t ergibt sich nun nach La Baume-Pluvinel's Theorie

$$t = \frac{1}{E} \cdot \frac{1}{J} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{F^2}{\delta^2} \left(\frac{4}{3}\right)^{25-N} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{F}{D}\right)^2}.$$

Hierin bedeutet:

F die Hauptbrennweite des Objectives,

D die Entfernung des Gegenstandes vom Objectiv (natürlich längs der Hauptachse gemessen),

δ die wirksame Oeffnung des Objectives; δ ist bei Doppelobjectiven $= \frac{\phi \cdot \delta'}{\phi - l}$, wo ϕ die Hauptbrennweite der Vorderlinse, δ' Blendendurchmesser, l Entfernung des Blendencentrums vom Austrittsknotenpunkt der Vorderlinse.

N die Anzahl der Grade des Warnerke'schen Sensitometers, welche die benutzte Plattensorte zeigt,

N ist bei den empfindlichsten Platten $= 25$, und variirt gewöhnlich zwischen 16 und 23.

Der Coëfficient $\frac{1}{\left(1 - \frac{F}{D}\right)^2}$ ist bei Landschaften, weil D dann gross, nahezu $= 1$; dagegen kommt er bei Vergrösserungen sehr in Betracht, indem alsdann D nur klein

ist. Im Obigen ist, sei es noch bemerkt, die Absorption sowie die Reflexion bei den Linsen des Objectives nicht berücksichtigt, dieselbe hat im Mittel einen Lichtverlust von circa 20 Proc. zur Folge.

Werthe von $\frac{1}{E}$.

Wolken	0,0005
See	0,001
Schnee	0,001
Schiffe auf See	0,003
Gletscher mit Felsen	0,003
Offene Landschaft (Panorama)	0,003
Laub mit Wasser oder weissen Häusern	0,005
Laub allein und nahe	0,01
Lebende Sujets, Porträts, Stillleben etc.	0,01
Wiedergabe schwarzer Linien auf weissem Grunde	0,02.

Werthe von $\frac{1}{J}$ (nach Eder, Abney, Vogel).

Directes, senkrecht auffallendes Sonnenlicht (für Paris, den 21. Juni, Mittagsstunde, also wenn die Sonne 66 Grad über dem Horizont steht)	1
Diffuses Licht, Wetter heiter	4
„ „ Himmel bedeckt	4—10
Unter Bäumen	270
Im Atelier	12
Zimmer, 1 m weit vom Fenster	70
Gut beleuchtete Kirche	200.

Werthe von $\frac{1}{J}$ im directen, senkrecht auffallenden Sonnenlicht, aber zu anderen Tageszeiten und für andere Monate.

Steht die Sonne 0 Grad über dem Horizont, so ist	$\frac{1}{J} = 55{,}5$
„ „ „ 10 „ „ „ „ „ „ „	= 9,4
„ „ „ 20 „ „ „ „ „ „ „	= 3,1
„ „ „ 30 „ „ „ „ „ „ „	= 1,7
„ „ „ 40 „ „ „ „ „ „ „	= 1,3
„ „ „ 50 „ „ „ „ „ „ „	= 1,1
„ „ „ 60 „ „ „ „ „ „ „	= 1,9
„ „ „ 70 „ „ „ „ „ „ „	= 0,9
„ „ „ 80 „ „ „ „ „ „ „	= 0,9
„ „ „ 90 „ „ „ „ „ „ „	= 0,9.

Für diffuses Licht sind diese Werthe von $\frac{1}{J}$ noch mit den folgenden Factoren zu multipliciren.

Bei Sonnenstand von 0 Grad hat man $\frac{1}{J}$ der obigen Tabelle noch mit 14,0 zu multipliciren.

„ „ „ 10 „ „ „ „ „ „ „ „ „	2,7 „ „
„ „ „ 20 „ „ „ „ „ „ „ „ „	1,6 „ „
„ „ „ 30 „ „ „ „ „ „ „ „ „	1,3 „ „
„ „ „ 40 „ „ „ „ „ „ „ „ „	1,1 „ „
„ „ „ 50 „ „ „ „ „ „ „ „ „	1,1 „ „
„ „ „ 60 „ „ „ „ „ „ „ „ „	1,0 „ „
„ „ „ 70 „ „ „ „ „ „ „ „ „	1,0 „ „
„ „ „ 80 „ „ „ „ „ „ „ „ „	1,0 „ „
„ „ „ 90 „ „ „ „ „ „ „ „ „	1,0 „ „

Da man den Sonnenstand in Graden meist nicht kennt, so sind folgende Tabellen praktischer:

Werthe von $\frac{1}{J}$ für directes, senkrecht auffallendes Sonnenlicht.

↓	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni		Abends
	1.—15.	15.—31.	1.—15.	15.—29.	1.—15.	15.—31.	1.—15.	15.—30.	1.—15.	15.—31.	1.—15.	15.—30.	
Uhr													Uhr
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	8
4,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	15	7,30
5	—	—	—	—	—	—	—	—	30	15	14	10	7
5,30	—	—	—	—	—	—	30	24	15	12	8	6	6,30
6	—	—	—	—	—	30	15	12	8	6	5	4	6
6,30	—	—	—	30	15	12	8	6	4	3,5	3	3	5,30
7	—	—	30	15	12	4	6	4	3	2,5	2,3	2	5
7,30	—	30	15	12	6	4	3,5	3	2,5	2	1,8	1,7	4.30
8	30	15	10	6	4	3	2,5	2	1,8	1,7	1,6	1,6	4
8,30	15	12	7	4	3	2	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	3,30
9	10	6	4	3,5	2,1	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	3
9,30	7	5	3	2,5	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	2,30
10	5	4	3	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	2
10,30	4	3,5	2,5	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,30
11	4	3,5	2.5	1,8	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1,1	1	1	1
11,30	3,5	3	2,5	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1	1	1	12,30
Mittag	3,5	3	2,5	1,8	1 6	1,4	1,2	1,1	1	1	1	1	Mittag
	15.-31.	1.—15.	15.-30.	1.—15.	15.-31.	1.—15.	15.-30.	1.—15.	15.-31.	1.—15.	15.-31.	1.—15.	
Morgens	December		November		October		September		August		Juli		↑

Factoren, mit denen man diese Werthe von $\frac{1}{J}$ noch zu multipliciren hat, für diffusses Himmelslicht.

↓	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni		Abends
	1.—15.	15.—31.	1.—15.	15.—29.	1.—15.	15.—31.	1.—15.	15.—30.	1.—15.	15.—31.	1.—15.	15.—30.	
Uhr													Uhr
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
4,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,5	7,5	7,30
5	—	—	—	—	—	—	—	—	7,5	5	3,7	5	7
5,30	—	—	—	—	—	—	—	6,2	3,7	3,2	2,7	3,5	6,30
6	—	—	—	—	—	7,5	4	3,5	3	2,5	2	2,5	6
6,30	—	—	—	—	7,5	3,8	3,3	2,5	2	1,8	1,7	1,7	5,30
7	—	—	—	7,5	3,8	3	2	1,9	1,7	1,7	1,6	1,6	5
7,30	—	7,5	6,2	3,8	3	2	1,8	1,4	1,6	1,5	1,4	1,5	4,30
8	7,5	4	3,5	3	2	1,7	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,4	4
8,30	4	3,5	3	2	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	3,30
9	3,5	3	2	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	3
9,30	2,5	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2	1,2	1,1	1,1	1	1	2,30
10	2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	1,2	1,1	1,1	1	1	1	2
10,30	1,9	1,8	1,6	1,5	1,2	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1,30
11	1,8	1,7	1,6	1,4	1,2	1 2	1,1	1	1	1	1	1	1
11,30	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1	1	1	1	1	12,30
Mittag	1.8	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1	1	1	1	1	Mittag
	15.-31.	1.—15.	15.-30.	1.—15.	15.-31.	1.—15.	15.-30.	1.—15.	15.-31.	1.—15.	15.-31.	1.—15.	
Morgens	December		November		October		September		August		Juli		↑

Die für t aufgestellte Formel kann näherungsweise folgendermassen geschrieben werden:

$$t = L \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{F^2}{\delta^2}.$$

Hierin sind die Werthe von L nach Dorval:

	Sonnenlicht		Diffusses Licht		Trübes Wetter
	Tagüber	Morgens	Tagüber	Morgens Abends	
Panorama und Marinebilder . . .	$\frac{5}{1000}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{2}{100}$	$\frac{3}{100}$
Panorama mit grossen Laubmassen	$\frac{1}{100}$	$\frac{2}{100}$	$\frac{2}{100}$	$\frac{4}{10}$	$\frac{6}{100}$
Ansicht mit hellem Vordergrund oder weissen Gebäuden . .	$\frac{1}{100}$	$\frac{2}{100}$	$\frac{2}{100}$	$\frac{4}{100}$	$\frac{6}{100}$
Ansicht mit wenig beleuchtetem Vordergrnnd oder dunklen Gebäuden	$\frac{15}{1000}$	$\frac{3}{100}$	$\frac{3}{100}$	$\frac{6}{100}$	$\frac{9}{100}$
Unter Bäumen, beschatteten Flussufern, Schluchten etc.	$\frac{5}{100}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{12}{100}$	$\frac{2}{10}$	$\frac{3}{10}$
Lebende Objecte, Gruppen, Porträts im Freien	$\frac{2}{100}$	$\frac{4}{100}$	$\frac{6}{100}$	$\frac{12}{100}$	$\frac{2}{10}$
Dasselbe sehr nahe einem Fenster oder unter einem Dach . . .	$\frac{4}{100}$	$\frac{8}{100}$	$\frac{12}{100}$	$\frac{24}{100}$	$\frac{4}{10}$
Reproductionen, Vergrösserungen von Photographien, Stichen etc.	$\frac{3}{100}$	$\frac{6}{100}$	$\frac{6}{100}$	$\frac{12}{100}$	$\frac{25}{100}$

(„Tagüber“ gilt im Sommer von 9 bis 4 Uhr, im Winter von 11 bis 2 Uhr)

II. Belichtungszeit für Gegenstände in Bewegung.

Sobald sich der aufzunehmende Gegenstand bewegt, muss seine Geschwindigkeit berücksichtigt und die scheinbare Bewegung desselben auf der empfindlichen Platte während der Belichtungszeit berechnet werden. Ein Punkt, welcher sich bewegt, erscheint in der Photographie als mehr oder weniger lange Linie; die scheinbare Bewegung des Punktes auf der Platte soll jedoch nicht grösser als die Grenze der Unschärfe (d. i. 0,1—0,2 mm) sein. Dann erscheint das Bild scharf.

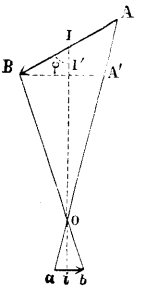


Fig. 197.

Die Belichtungszeit für Gegenstände in Bewegung berechnet man nach Baume-Pluvinel (a. a. O.) in folgender Weise: Es bewege sich der Punkt A nach B (Fig. 197) während der Zeit der Belichtung $= T$. Die Geschwindigkeit des Gegenstandes A sei $= V$, die Bewegungsrichtung gegen die Objectivachse umfasst den Winkel φ, die Brennweite des Objectivs $= F$ und die Entfernung desselben vom Gegenstand $= D$. Ist ab die Verschiebung des Bildes (proportional der Bewegung AB), so ist:

$$\frac{A'B}{ab} = \frac{OJ'}{Oi}.$$

Man kann dann setzen:

$$A'B = AB \sin \varphi$$
$$OJ' = D$$
$$Oi = \frac{DF}{D-F},$$
$$ab = \omega,$$

dann ist:

$$(1) \qquad T = \frac{D-F}{F} \cdot \frac{\omega}{V \cdot \sin \varphi}.$$

Indem man für O und J die Dimensionen von Bild und Object einsetzt, hat man:

$$\frac{O}{J} = \frac{D-F}{F},$$

woraus folgt:

$$(2) \qquad T = \frac{O}{J} \cdot \frac{\omega}{V \cdot \sin \varphi}.$$

Im Allgemeinen ist die Expositionszeit proportional der Distanz des Gegenstandes und der zulässigen Bildunschärfe ω und verkehrt proportional der Brennweite (F), der Geschwindigkeit des Gegenstandes (V) und dem Sinus des Winkels, in welchem sich der Gegenstand zur Objectivachse bewegt. Man wird also scharfe Momentbilder erhalten, wenn man die Brennweite des Objectivs möglichst kurz wählt und die Objectivachse in einer schrägen Richtung gegen die Bewegungsrichtung des Gegenstandes aufstellt.

Tabelle für die Geschwindigkeit, mit welcher sich verschiedene Objecte bewegen.

Bezeichnung des sich bewegenden Gegenstandes	Geschwindigkeit in Meter pro 1 Sekunde
Ein Mann, welcher 4 Kilometer in der Stunde zurücklegt	1,11
„ „ „ 6 „ „ „ „ „	1,66
Laufender Mann	5,77
Trabendes Pferd	3,9
Tramway	3
Ein Schiff, welches 9 Knoten in der Stunde macht	4,63
„ „ „ 12 „ „ „ „ „	6,17
Ein Woge, 30 Meter gross, bei einer Tiefe von 300 Meter	6,81
Pferd, im mässigen Galopp	8
Ein Schiff, welches 17 Knoten in der Stunde macht	8,75
Ein Torpedoboot, welches 20 Knoten in der Stunde macht	10,80
Ein trabendes Rennpferd	12,00
Ein galoppirendes Rennpferd (900 Meter in der Minute)	15,00
Ein Expresszug von 60 Kilometern pro Stunde	16,67
Flug eines Falken oder einer Brieftaube	18,00
Eine Woge bei einem Seesturm	21,85
Ein Expresszug der schnellsten Art	26,81
Flug eines der schnellsten Vögel	88,90
Eine Kanonenkugel	500,00

Es ist zunächst nothwendig, die durchschnittliche Geschwindigkeit der verschiedenen für gewöhnlich in Betracht kommenden Gegenstände zu kennen. (Siehe Tabelle Seite 270.)

Für den Winkel φ, welchen die Objectivachse mit der Bewegungsrichtung des Gegenstandes bildet, kommt der sinus φ in Betracht:

Der sin φ ist für 15 Grad = 0,26,
30 „ = 0,50,
45 „ = 0,71,
60 „ = 0,87,
75 „ = 0,97,
90 „ = 1,00.

Beispiel. Wir wollen ein galoppirendes Pferd, dessen Geschwindigkeit 8 m ist, photographiren, während es sich im Winkel von 45 Grad gegen die Objectivachse bewegt; die Bildgrösse des Pferdes sei 1 cm, die Grösse des Pferdes = 1,6 m. — Wir setzen somit in der Formel (2):

$$O = 1{,}6\text{ m},\ J = 0{,}01\text{ m} — \frac{O}{J} = 160,\ V = 8\text{ m},\ \sin\varphi = 0{,}7,\ \omega = 0{,}0002\text{ m}$$

$$T = 160 \cdot \frac{0{,}0002}{8 \cdot 0{,}7} = \frac{1}{185},$$

d. i., die Belichtungszeit muss $^1/_{185}$ Secunde betragen.

Vielleicht kann für Viele eine kleine Tabelle von Nutzen sein, die angibt, welche Expositionsdauer bei gewissen Geschwindigkeiten und gewissen Abständen sein muss. Wir lassen daher eine solche auf Seite 272 folgen, für eine Maximalunschärfe von 0,1 mm.[1])

Die Benutzung dieser Tabelle ist sehr einfach: man sucht in der obersten horizontalen Spalte die Geschwindigkeit des bewegten Objects in Metern, in der ersten verticalen Columne die Zahl, welche angibt, wie viel mal die Brennweite des Objectivs in der Entfernung des Objects enthalten ist und findet, indem man die zu ersterer gehörige verticale und die zur zweiten gehörige horizontale Spalte verfolgt, die Zeit in Secunden ausgedrückt, welche eine Exposition dauern darf, damit die durch die Bewegung erzeugte Unschärfe 0,1 mm nicht übersteigt. Dabei ist zu bemerken, dass, wie man sogleich sieht, die unter 1,0, 2,0 und 3,0 stehenden Zahlen sich von den unter 0,1, 0,2 und 0,3 stehenden einzig dadurch unterscheiden, dass sie nur ein Zehntel davon sind. Deshalb sind sie für 4,0, 5,0, 6,0, 7,0, 8,0, 9,0 nicht noch besonders hingeschrieben worden, da sie sich aus den schon in der Tabelle für 0,4 bis 0,9 stehenden dadurch ergeben, dass man sie durch 10 dividirt, wobei man indessen keine Erhöhung der letzten Ziffer vornehmen darf, da es sich um Grenzwerthe handelt.

Es ist nun sehr interessant, für gewisse Bewegungsvorgänge zu sehen, in welcher Entfernung sie mindestens stattfinden müssen, um mit einem Momentverschluss von $^1/_{100}$ Secunde Exposition noch Bilder von höchstens 0,1 mm Unschärfe zu ergeben. Ein Schiff habe beispielsweise eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 5,5 m; man sucht in der verticalen Spalte, die unter 5,2 steht, und findet, da man hier die Zahl

1) Phot. News. 1881. S. 529. Phot. Wochenbl. 1881. S. 386.

Entfernung des Objects, ausgedrückt in Vielfachen der Brennweite f = 1.	Geschwindigkeit des bewegten Objects in Metern.																				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3.0	3.5	4,5	5.5	6.5	7,5	8,5	9,5
50	0,05	0,02	0,01	0.01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
100	0.1	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
200	0,2	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
300	0,3	0,15	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
400	0,4	0,20	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
500	0,5	0,25	0,16	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
600	0,6	0,30	0,20	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
700	0,7	0,35	0,23	0,17	0,14	0,11	0,10	0,08	0,07	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
800	0,8	0,40	0,26	0,20	0,16	0,13	0,11	0,10	0,08	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
900	0,9	0,45	0,30	0,22	0,18	0,15	0,12	0,11	0,10	0,09	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
1000	1,0	0,50	0,33	0,25	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,06	0,05	0,04	0 03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1100	1,1	0,55	0,37	0,27	0,22	0,18	0,15	0,13	0,12	0,11	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
1200	1,2	0,60	0,40	0,30	0,24	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,08	0,06	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
1300	1,3	0,65	0,43	0,32	0,26	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
1400	1,4	0,70	0,47	0,35	0,28	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,09	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
1500	1,5	0,75	0,50	0,37	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01

Belichtungszeit

0,01 als Expositionszeit in Secunden wählen muss, damit ein solches parallel der Platte vorüberfahrendes Schiff noch scharf erscheinen würde, wenn es 600 mal so weit entfernt wäre, als die Brennweite des Objectivs beträgt. Es versteht sich von selbst, dass für einen schnelleren Momentverschluss sich alle Distanzen entsprechend vermindern. — Ein trabendes Pferd legt eine Strecke von 7000 m durchschnittlich in 40 Minuten zurück, hat also eine Geschwindigkeit von ca. 3 m in der Secunde. Sucht man nun unter der mit 3 überschriebenen Columne, so findet man für die Zahl 0,01 die entsprechende Ziffer der ersten Columne 300, d. h. das Pferd muss 300 mal weiter entfernt sein, als die Brennweite des Objectives ist; ein Mensch von 1,75 m Grösse würde also auf der Platte hierbei 2,8 mm gross erscheinen. — Ein Mensch geht durchschnittlich mit einer Geschwindigkeit von 1,3 m; aus der Tabelle sieht man sogleich, dass er in einer Entfernung von etwas mehr als der hundertfachen Brennweite bei 0,01 Secunden Exposition noch scharf erscheinen wird. Der Mensch wird dabei auf der Platte die Grösse von 13,5 mm haben. Diese Betrachtung ist nun auch noch in anderer Beziehung sehr interessant. Sie zeigt nämlich, dass die Grösse des bewegten Objectes auf der Platte ganz unabhängig ist von der Brennweite des verwendeten Objectives, immer natürlich vorausgesetzt, dass man den gleichen Grad der Schärfe anstrebt. Dies ist also der Grund, weshalb es so unmöglich ist, Momentaufnahmen in grossem Massstabe herzustellen. Verwendet man, was ja nicht ausgeschlossen ist, ein grösseres Objectiv, so muss man, um die Bewegungsunschärfe genügend zu reduciren, so viel weiter zurückgehen, um das Bild des Objectes nun doch auf jene geringe Grösse zurückzuführen. — Dass die obige Tabelle für eine Maximalunschärfe von 0,1 mm aufgestellt wurde, wiewohl noch eine Unschärfe von 0,2 mm allenfalls, wenn nicht durchgehend, zulässig ist, hat seinen Grund darin, dass man immer nur die Geschwindigkeit des Gesammtobjectes in Rechnung zu ziehen pflegt, dass aber einzelne Theile desselben, wie die Räder der Wagen, die Beine der Thiere u. s. w. sich durchschnittlich mit der doppelten Geschwindigkeit bewegen. Sie werden also, wenn man nach obiger Tabelle arbeitet, eine Unschärfe von 0,2 mm, die Gesammtobjecte aber von 0,1 mm zeigen.

Für den Anfänger dient folgende beiläufige Angabe der Belichtungszeit für einige häufigere Fälle zur Orientirung, vorausgesetzt, dass man rapide Bromsilbergelatine-Platten und ein Antiplanet, einen lichtstarken Aplanat oder ein Euryscop mit grosser Blende verwendet.

	Belichtungszeit
Lachende Kinder, lebende Bilder etc., bei welchen man einen Augenblick der Ruhe abwartet, dann mittels eines langsamen Momentverschlusses belichtet	$^1/_5$ bis 1 Sec.
Dressirte Hunde, Katzen etc.	$^1/_2$ „ $^1/_{10}$ „
Strassenscenen vom Fenster eines Stockwerkes aus, je nach der Grösse der Figuren	$^1/_{20}$ „ $^1/_{50}$ „
Weidendes Vieh, Schafherden mit freiem Himmel	$^1/_{20}$ „ $^1/_{30}$ „
Fahrende Schiffe in einer Distanz von 500 bis 1000 m	$^1/_{20}$ „ $^1/_{30}$ „
Fahrende Schiffe in grösserem Formate und geringeren Distanzen	$^1/_{50}$ „ $^1/_{150}$ „
Thiere, welche 3 bis 5 cm hoch am Bilde erscheinen sollen und quer gehen (z. B. Thiergartenbilder)	$^1/_{50}$ „ $^1/_{100}$ „
Springende und trabende Pferde, fliegende Vögel, laufende Menschen etc.	$^1/_{100}$ „ $^1/_{400}$ „ und $^1/_{1000}$ „

Druckfehler-Berichtigung.

Seite 3,	Zeile 7	von	oben:	Objectivsysteme statt Ocjectivsysteme.
„ 233,	„ 12	„	„	1750 mm statt 1,750 mm.
„ 234,	„ 5	„	„	0,10 Meter statt 0,10.
„ 236,	„ 22	„	unten:	Dies wird die kleinste Verkleinerung . . . statt . . die kleinste Bildgrösse . .

Die photographische Camera und die Apparate zu Momentaufnahmen.

„Man muss die Camera obscura zum Gegenstande einer ganz besonderen Sorgfalt machen, weil diese den Eigenheiten des Objectives innig angepasst werden muss, wenn das Objectiv all' das Vorzügliche leisten soll, was die Theorie hineingelegt hat, und weil diese Eigenheiten Niemandem so gut bekannt sein können als dem Erfinder selbst."

J. Petzval.
(Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. 1857. Bd. 26, S. 65.)

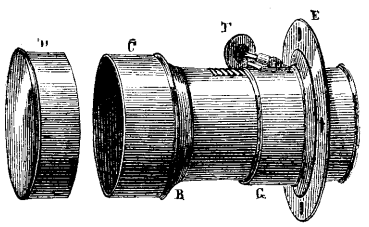
„Populär gesprochen ist photographische Augenblicklichkeit ein eben so dehnbarer Begriff, wie die Ausdrücke lang und kurz."

Th. Skaife
(Instantaneous Photography and manipulation of the Pistolgraph Greenwich 1860.)

SIEBZEHNTES CAPITEL.

DER VERSCHLUSS DES OBJECTIVES FÜR LÄNGERE ODER MOMENTANE AUFNAHMEN. — MESSUNG DER GESCHWINDIGKEIT VON MOMENTVERSCHLÜSSEN.

Für gewöhnlich ist das Objectiv durch einen übergreifenden Deckel aus Metall oder mit Leder überzogenem Carton, welcher innen mit Sammt oder Tuch belegt ist, verschlossen (Fig. 198). Derselbe soll nicht zu fest an der Objectivfassung sitzen, damit beim Abnehmen der



198. Objectiv mit Deckel.

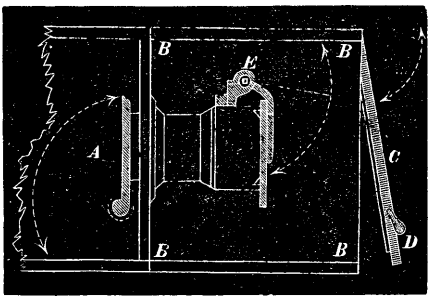


Fig. 199. Klappen-Verschluss.

Apparat nicht erschüttert wird, was Unschärfe des Bildes zur Folge hätte.

Für gewisse Zwecke wurden eigene Objectivverschlüsse construirt. Z. B. für Porträtaufnahmen, damit der Sitzende durch die Bewegungen beim Abnehmen des Deckels nicht beunruhigt wird; für kurze Expositionen, bei welchen der oben beschriebene Vorgang zu schwerfällig ist etc.

I. Objectiv-Verschlüsse für Porträt-Aufnahmen im Atelier.

Häufig wird vor dem Objectiv eine Klappe angebracht, welche entweder unmittelbar mit der Hand oder mittels einer mechanischen

(pneumatischen, elektrischen etc.) Vorrichtung geöffnet und geschlossen werden kann.

Die einfache, mit der Hand zu bewegende Klappe wendeten bereits Murray und Heath an und brachten sie entweder unmittelbar vor der Linse (Fig. 199) oder an einem vorgesetzten Kasten *BB* (Fig. 199 *BCD*) an. Samuel Fry verlegte die Klappe hinter die Linse ins Innere der Camera (Fig. 199 *A*).

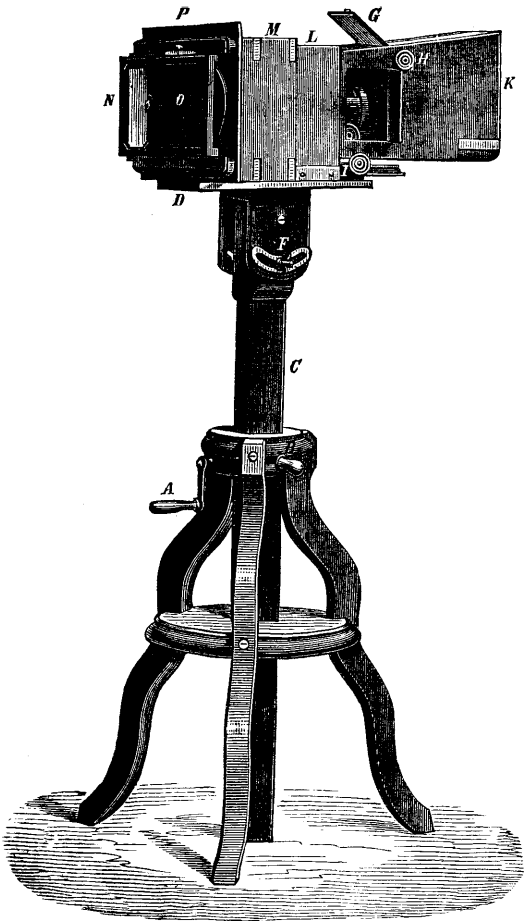


Fig. 200. Vorbau zum Abhalten seitlichen Lichtes.

Gegenwärtig bringt man die Klappe mit Vorliebe in einem kleinen Kasten an, welcher über das Objectiv vorsteht. Fig. 200 zeigt einen modernen Verschluss, wie er in Porträt-Ateliers gebräuchlich ist. Der Kasten *K* mit der Verschluss-Klappe ist an dem Objectiv und der Camera befestigt. Fig. 201 zeigt den Verschluss für sich allein [1]).

Der Vorbau *K* (Fig. 200) bezweckt die Abhaltung alles seitlichen fremden Lichtes, welches nicht von dem zu photographirenden Gegenstande kommt und die Brillanz des Bildes beeinträchtigen könnte. Ferner wird die Ausgleichung des Lichtes erreicht; denn die zu porträtirende Figur ist an den Füssen immer schwächer als am Kopf beleuchtet. — Wird die Klappe *AB* (Fig. 201) geöffnet, so tritt zuerst

1) Aus Monckhoven's Traité général de Photographie. 1880. S. 146. In obiger Figur dient die Klappe *G* dazu, um Blenden in das Objectiv einsetzen zu können; während der Exposition ist sie geschlossen. Die weitere Erklärung der Figur siehe Capitel „Camera".

das Licht in der Richtung *RLO* durch die Linse in die Camera, d. i. von den unteren Partien der Person, und erst später wird der Kopf sichtbar. Je langsamer man öffnet, desto stärker tritt diese Wirkung hervor (analog den Lichtblenden bei Landschafts-Photographien s. Bd. I, 2. Abth. S. 185).

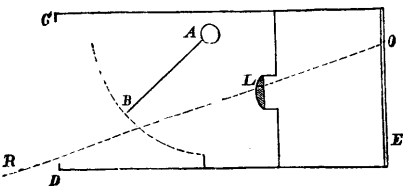


Fig. 201. Vorbau mit Verschlussklappen.

Um aus einiger Entfernung das Oeffnen und Schliessen des Objectives ohne Erschütterung der Camera besorgen zu können, können pneumatische oder elektrische Apparate dienen.

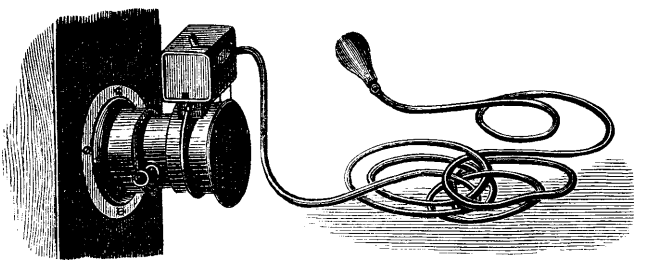


Fig. 202. Cadett's pneumatischer Verschluss.

Sehr beliebt ist der Cadett'sche Verschluss, welcher im Jahre 1878 von England aus in die photographische Praxis eingeführt wurde.

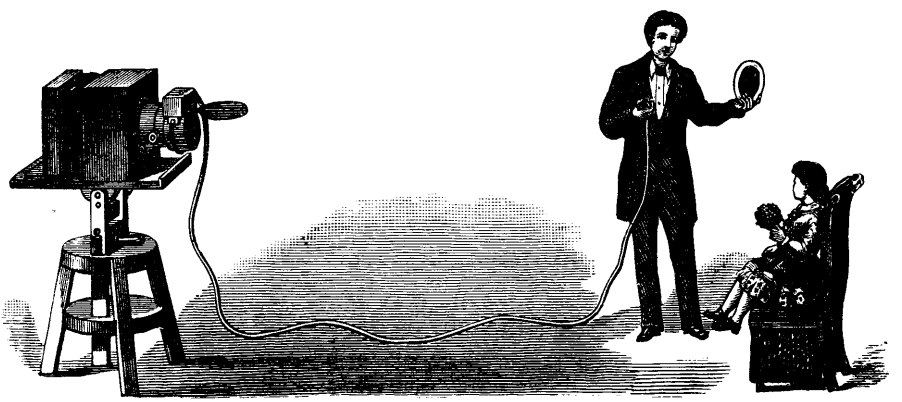


Fig. 203. Cadett's pneumatischer Verschluss.

Derselbe besteht aus einer kleinen Holzbüchse, welche mittels eines Kautschukringes an das Objectiv angepasst ist. Daran ist die Klappe befestigt (Fig. 202 und 203); dieselbe wird durch einen Druck auf einen

Kautschukballon geöffnet. Da der Kautschukschlauch, welcher den Ballon und den Verschluss verbindet, beliebig lang gewählt werden kann, so ist es möglich, in grosser Entfernung vom Objectiv dieses zu öffnen und zu schliessen und dabei sich ganz der zu porträtirenden Person zu widmen.

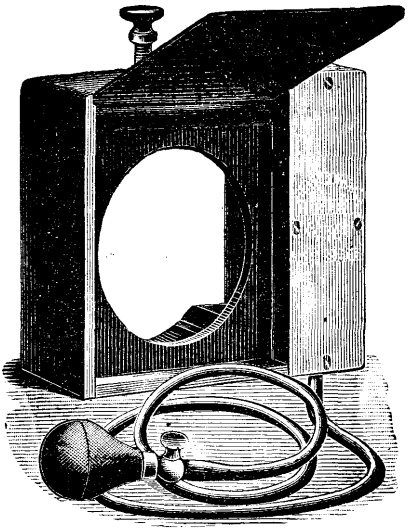


Fig. 204. Guerry's pneumatischer Verschluss.

Häufiger als der Cadett'sche kommt der Guerry'sche, ähnlich gefertigte pneumatische Verschluss in den Handel (Fig. 204). [Preis 12—17 fl.] Analog wirkt der Grundner'sche Verschluss, welcher im Innern der Camera angebracht wird (vergl. auch

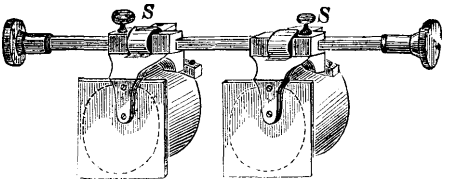


Fig. 205. Klappen-Verschluss.

Prigge und Heuschkel's Verschluss etc. weiter unten). Diese Objectiv-Verschlüsse können auch zu sehr kurzen Expositionen (bis etwa $^1/_3$ Secunde) verwendet werden.

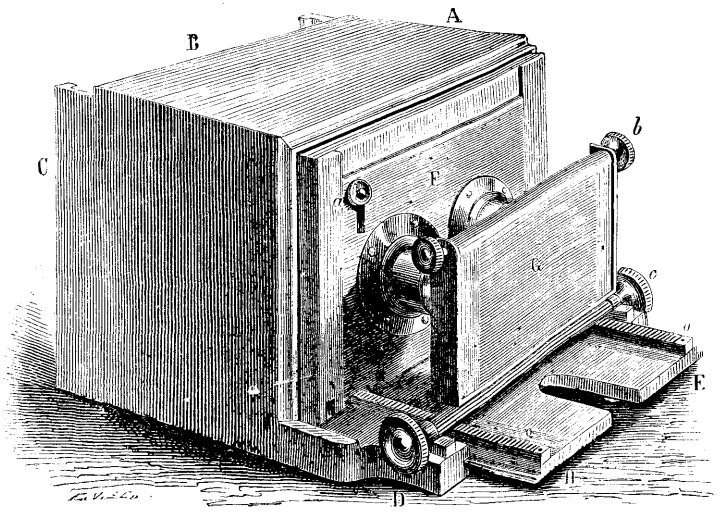


Fig. 206. Stereoscop-Camera mit Klappen-Verschluss.

Fig. 205 zeigt einen mittels Klappen verschlossenen Stereoscop-Apparat. Die Klappen werden durch Drehen der Achse mit der Hand geöffnet und geschlossen;

sie können durch Anziehen der Schraube *S* offen erhalten werden. Fig. 207 zeigt einen ähnlichen Apparat.

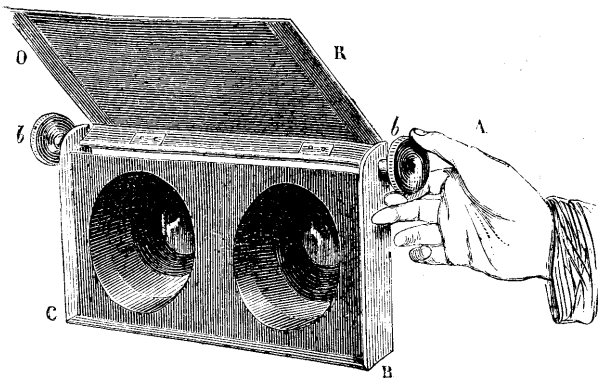


Fig. 207. Klappen-Verschluss.

Der Verschluss wird mittels eines Holzkästchens *CR* (Fig. 206) an der Objectivfassung befestigt. Fig 207 veranschaulicht, wie die Klappe *OR* bei *bb* geöffnet wird. Fig. 206 zeigt den an der Camera befestigten Apparat.

II. Allgemeine Eigenschaften der Objectiv-Verschlüsse für Moment-Aufnahmen.

Photographische Augenblicksbilder oder Moment-Aufnahmen wurden schon vor vierzig Jahren gemacht. Talbot gab 1851 in seiner Patent-Beschreibung zum Amphitypprocesse an, er könne Gegenstände in „rapid motion" photographiren[1]). Nach der Entdeckung des nassen Collodion-Verfahrens wurden schon zahlreiche Moment-Verschlüsse construirt; auf der Londoner Weltausstellung 1862 wurden vielfache Momentbilder und die Apparate, mit welchen sie hergestellt waren, gebracht und 1886 wurde im Woolwicher Arsenal sogar eine Kanonenkugel im Fluge photographirt[2]), welche Arbeiten bei weitem durch die Momentphotographie abgeschossener Projectile und der Schallwellen von Prof. Dr. Mach in Prag (s. Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1889, 1890 und 1891) übertroffen wurden.

Gegenwärtig sind Photographien von Menschen und Thieren in Bewegung, fliegenden Vögeln, fahrenden Schiffen, brandenden Wogen keine Seltenheit mehr; aber erst das Bromsilbergelatine-Verfahren erlaubte die leichte Ausführung momentaner Photographien[3]).

---

1) Abridgments of specifications relating to Photography. 1861. S. 14.
2) Phot. Archiv. 1866. S. 338.
3) Vergl. Eder's „Momentphotographie" (bei W. Knapp in Halle a. S.).

Dies möglichst rasche Oeffnen und Schliessen des Objectives für Augenblicksbilder gewinnt in neuester Zeit durch die Einführung des Gelatine-Emulsionsverfahrens immer mehr und mehr Bedeutung. Man kann heute mit den gewöhnlichen Gelatineplatten des Handels in einem Bruchtheil einer Secunde eine gut beleuchtete Landschaft aufnehmen und zwar mit einem Objectiv, bei welchem die Blendenöffnung nur $^1/_{15}$ der Brennweite beträgt.

Die zur Herstellung guter Moment-Aufnahmen erforderliche Zeit braucht nicht so kurz zu sein, als man häufig annimmt. Ein Verschluss, welcher $^1/_4$ bis $^1/_{20}$ Secunde während der Exposition geöffnet ist, erscheint für Moment-Aufnahmen im Landschaftsfach genügend kurz (s. Seite 260).

Ueber die Zeitdauer, welche zur Erzielung von „Moment-Aufnahmen" nöthig ist, lassen sich nur schwer bestimmte Zahlen geben. Es hängt dabei sehr viel von der Schnelligkeit und der Richtung, nach welcher sich das Object bewegt, von der Aufstelldistanz des photographischen Apparates etc. ab. Lässt man die sich bewegenden Personen während der Exposition direct auf den Apparat zukommen, so kann die „Moment-Aufnahme" länger dauern, als wenn man sie von der Seite nimmt (s. S. 269).

Für ganz kurze Exposition kürzt man die Zeit auf $^1/_{50}$ bis $^1/_{200}$ Secunden ab. Silhouetten können in weniger als $^1/_{1000}$ Secunde aufgenommen werden.

Wird ein in Bewegung befindliches Object „momentan" aufgenommen, so erscheint dessen Bild niemals absolut scharf, d. h. es ist eine mehr oder weniger geringe Bewegung auf der Platte nachweisbar. Ist die Verschiebung sehr gering, so ist die Verbreitung einer sich bewegenden Linie selbst dem schärfsten Auge nicht mehr ersichtlich (vergl. über die Belichtungszeit bei Moment-Aufnahmen Seite 273).

Die Anforderungen, welche an einen guten Moment-Verschluss zu stellen sind, sind folgende:

1. Der Verschluss muss eine kurze Exposition ermöglichen.
2. Er muss verschieden lange Expositionen gestatten.
3. Es soll dabei auch die Dauer der jeweiligen Exposition bekannt sein.
4. Während des Oeffnens und Schliessens soll die Camera nicht erschüttert werden.

5. Das Bildfeld muss bei geöffnetem Verschluss möglichst gleichmässig erhellt sein, oder der Hintergrund soll weniger Licht als der Vordergrund erhalten.

Betrachtet man die verschiedenen Arten der Momentverschlüsse, so ergeben sich folgende drei Hauptklassen:

1. Der Momentverschluss befindet sich dicht am Kreuzungspunkte der Strahlen neben den Blenden, d. i. bei Doppelobjectiven in der Mitte des Objectives: centrale Momentverschlüsse.

2. Der Momentverschluss befindet sich am Kreuzungspunkte der Strahlen, aber ausserhalb des Objectives: vordere oder hintere Momentverschlüsse.

3. Der Momentverschluss befindet sich dicht vor der photographischen Platte[1]).

Diese Gruppen der Momentverschlüsse zeigen folgende Eigenschaften, welche besonders Dr. Stolze studirte (Phot. Wochenbl. 1881. S. 214. Phot. Nachrichten. 1890. S. 133).

Der an einem Objective angebrachte Momentverschluss wirkt während seiner Bewegung wie eine theilweise Abblendung an derselben Stelle.

Im Allgemeinen ist die centrale Stellung des Momentverschlusses theoretisch die richtigste, indem er das ganze Gesichtsfeld auf einmal beleuchtet und in der Regel der centrale Momentverschluss einen kleineren Weg an der Kreuzungsstelle nächst den Blenden zurückzulegen hat. Viele vorn oder hinten angebrachte Verschlüsse, z. B. das Fallbrett, geben ein momentan ganz ungleichmässig beleuchtetes Feld und es gleitet gewissermassen eine Lichtzone über die Bildfläche; bei Landschaftsaufnahmen aber ist es mitunter nützlich, den Vordergrund länger als den Himmel zu belichten und in solchen Fällen werden Momentverschlüsse, welche hinter oder vor dem Objective angebracht sind, sich gut verwerthen lassen. Auf die Schärfe des Bildes ist es im Allgemeinen ohne Einfluss, wo man den Momentverschluss anbringt und man wird sich hierbei hauptsächlich durch Rücksichten der Bequemlichkeit leiten lassen.

Die theoretisch correcteste Zeichnung schnell sich bewegender Objective gibt gleichfalls der centrale Momentverschluss. Wird nämlich durch andere Verschlussconstructionen zuerst der obere und dann der untere Theil der Platte belichtet, so bewegt sich während dieser Zeit

---

1) Der Fall, dass der Momentverschluss dicht vor dem aufzunehmenden Gegenstande sich befindet, kommt kaum vor.

das Object vorwärts und der untere Bildtheil entspricht einer anderen Bewegungsphase als der obere. Allerdings sind diese Differenzen sehr gering und praktisch völlig zu vernachlässigen, da andere Punkte noch mehr ausschlaggebend sind: nämlich die beste Vertheilung der Helligkeit auf der Platte, bei möglichst kurzer Belichtungszeit. In dieser Richtung verdient der unmittelbar vor der Platte vorübergleitende Spalt den Vorzug, weil er auf jeder Stelle der empfindlichen Platte die volle Helligkeit des Objectives während der ganzen Belichtungszeit einwirken lässt und deshalb die grösste Geschwindigkeit der Aufnahme ermöglicht.

A) Centrale Momentverschlüsse.

Die theoretisch vollkommenste Art dieser Verschlüsse ist jene, welche die Form einer Centralblende hat und auf dem Principe der Irisblende beruht (s. S. 182); dieselben geben die Lichtvertheilung am gleichmässigsten. (Hierher gehört der Verschluss von Prigge und Heuschkel s. u.). Im Allgemeinen sind diese Constructionen weder einfach noch billig herzustellen und deshalb zeigt die Mehrzahl der centralen Verschlüsse die Einrichtung, dass zwei Schieber mit runden oder quadratischen Einrichtungen aneinander vorübergleiten (z. B. Steinheil's und Thury und Amey's Verschluss etc.). Quadratische Oeffnungen sind jedoch bei centralen Doppelschieber-Verschlüssen weniger vortheilhaft als kreisförmige.

Einfache centrale Schieberverschlüsse (Fallbrett) mit einer einzigen vorbeigleitenden Oeffnung haben (falls die Oeffnung nicht viel grösser ist als der Durchmesser des Objectives) den Nachtheil, dass für das Oeffnen und Schliessen verhältnissmässig zu viel Zeit verbraucht (sie sind zu langsam) und die volle Oeffnungszeit der Linse zu sehr abgekürzt wird. Für „Momentverschlüsse" von geringerern Anforderungen auf die Schnelligkeit genügen sie jedoch vollkommen (s. S. 299).

Eine andere Art der centralen Momentverschlüsse ist der Typus Grimston, bei welchen durch eine Kurbelbewegung ein Schieber innerhalb des Blendenschlitzes auf- und abgeschoben wird; diese Verschlüsse wirken gut, weil die volle Oeffnung relativ lange functionirt, jedoch sind sie schwer frei von Erschütterungen herzustellen.

B) Momentverschlüsse unmittelbar vor und hinter dem Objective.

Am beliebtesten sind die vor dem Objective angebrachten Momentverschlüsse, weil sie leicht und bequem ohne Aenderung der Camera oder des Objectives an jedem vorhandenen Apparat anzubringen sind, während centrale Verschlüsse Aenderungen am Objective, und die unmittelbar vor der Platte befindlichen, Aenderungen an der Camera nöthig machen.

Die centralen Momentverschlüsse haben den für gewisse Fälle grossen Vortheil, das ganze Bildfeld gleichmässig zu beleuchten, andererseits ist es aber gerade bei Landschaftsbildern ein Vortheil, wenn man den Himmel und die fernen Gegenstände kürzer belichten kann, was z. B. bei Verschlüssen, welche sich schieberartig (nach Art des Grimston-Verschlusses) vor dem Objectiv auf- und abwärts bewegen, der Fall ist.

Die sich in entgegengesetzter Richtung bewegenden mit je einer Oeffnung versehenen Schieber sind als Verschlüsse vor dem Objective theoretisch nicht ganz so gut als der einfache Schieber oder die centralen Verschlüsse, weil in ersterem Falle

die Randtheile nur bei voller Oeffnung belichtet werden und demzufolge die Vertheilung der Helligkeit vom Rand zur Mitte ungleichmässiger ist.

C) Der Momentverschluss ist dicht vor der empfindlichen Platte.

Bei diesen Verschlüssen bewegt sich ein Schlitz dicht vor der empfindlichen Platte. Diese Einrichtung hatte bereits die deutsche Expodition zur Aufnahme des Venusdurchganges in Persien im Jahre 1874 angewendet und auch Janssen in Meudon hatte sich für seine berühmten Sonnenaufnahmen mit $^1/_{2000}$ Secunden dieser Art des Momentverschlusses bedient[1]). Insbesondere brachte Anschütz bei seinen berühmten Momentbildern diesen Verschluss zur Geltung.

Der vor der dicht empfindlichen Platte vorübergleitende Spalt gibt äusserst kurze Belichtungszeiten.

Was die Erschütterungen anbelangt, welche die Momentverschlüsse mitunter geben, so ist diesbezüglich folgendes zu bemerken: die Erschütterung schadet nicht, sobald sie nach der erfolgten Belichtung eintritt. Viele Momentverschlüsse geben eine nachweisliche Erschütterung, theils im Augenblicke der Auslösung, theils während der Belichtung. Wenn der Momentverschluss von dem Objectiv getrennt ist und die Verbindung z. B. durch einen lichtdichten Sack hergestellt ist, wie Fig. 208 und Fig. 209 zeigt, lässt sich jedoch auch in diesem Falle die Erschütterung unschädlich machen.

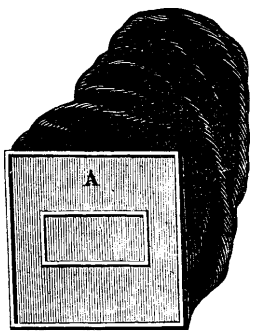


Fig. 208. Sack mit Objectiv-Verschluss.

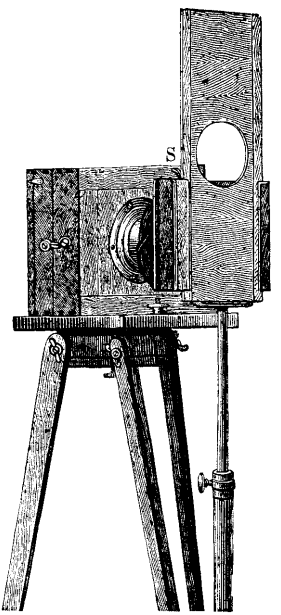


Fig. 209. Befestigung des Momentverschlusses auf einem eigenen Stativ.

Das einfache Fallbrett sowie das durch eine Feder vorbeigeschnellte Fallbrett bewirkt im Momente des Auslösens einen Stoss in entgegengesetzter Richtung, welcher meistens dadurch unschädlich gemacht wird,

1) Näher beschrieben in Konkoly's „Himmelsphotographie" (bei W. Knapp in Halle a. S.). 1887. S. 211.

dass das Gewicht des Fallbrettes im Vergleich zur Camera gering ist und die geringe Erschütterung unter der schädlichen Grenze der Unschärfe liegt. Dopelschieber, welche gut construirt sind, geben einen geringeren Stoss. Einfache rotirende Verschlüsse gehen in der Regel ziemlich ruhig, ebenso Irisverschlüsse, während die Kurbelverschlüsse mit rückkehrender Bewegung (s. Grimston's Verschluss) in der Mitte der Belichtung die Bewegung umkehren und hierbei sehr leicht Erschütterungen veranlassen. (Vergl. Stolze, Photogr. Nachrichten. 1890. S. 465.) Auf alle Fälle ist die Genauigkeit der Mechanikerarbeit ausschlaggebend und deshalb sind gute, ruhig gehende Momentverschlüsse kostspielig.

III. Messung der Geschwindigkeit der Momentverschlüsse. — Effective und nützliche Oeffnungszeit.

Die Wirksamkeit des Momentverschlusses in Bezug auf den Lichtzutritt während seines Functionirens kann man in drei Phasen zerlegen:

1. Die Phase des beginnenden Oeffnens, während welcher nur ein Theil der Objectivöffnung frei gemacht wird.

2. Die Phase der vollen Oeffnung.

3. Die Phase des Schliessens, welche der ersten Phase correspondirt.

Bei fast allen Momentverschlüssen erhalten die empfindlichen Platten an den verschiedenen Stellen eine ungleich lange Belichtung.

Wenn der Momentverschluss eine gewisse Zeit geöffnet ist, so erhält die Platte dennoch nicht während dieser Zeit das volle Licht, sondern nur während eines bestimmten Zeitpunktes, wie unten gezeigt wird. Mittlere Zahlen lassen sich kaum geben. Ein vorbeigleitender Schliesser lässt während $^1/_{10}$ Secunde nur vielleicht $^3/_4$ des Lichtes durch, welches bei völlig geöffnetem Verschluss in derselben Zeit eintreten würde.

Häufig ist der Vordergrund (Partie am Boden) kürzer exponirt, als der Hintergrund (Himmel) oder umgekehrt, z. B. beim Fall-Apparat, oder die Mitte erhält mehr Licht als die Ränder [1]).

1) Hierzu ist zu bemerken, dass die photographischen Linsen schon an und für sich (d. h. vom Verschluss ganz abgesehen) häufig Bilder geben, welche am Rande viel lichtschwächer als in der Mitte sind (s. Bd. I, 2. Abth. S. 189); bei Objectiven mit 60 Grad Gesichtsfeldwinkel sind die Ränder des Bildes oft nur halb so beleuchtet als das Centrum, bei Objectiven mit 70 Grad empfangen die Ränder häufig nur $^1/_3$ des Lichtes. Dazu addirt sich der Fehler des Momentverschlusses, der den Gesammtfehler der Belichtung verdoppeln kann.

Als charakteristisch für einen Momentverschluss sind gemäss den Beschlüssen des Pariser Photographischen Congresses (1889) folgende Eigenschaften zu bestimmen:

A) Die effective Oeffnungszeit des Momentverschlusses (T), d. i. die Zeit, während welcher der Verschluss vom Beginn seiner Oeffnung bis zur Schliessung überhaupt Licht einfallen lässt.

B) Denkt man sich aber das Verhalten eines idealen Momentverschlusses in der Art, dass die Perioden des successiven Oeffnens und Schliessens auf Null reducirt sind und bei welchem doch nur die gleiche Lichtmenge eindringen soll, wie in Summa bei der allmählichen Oeffnung und Schliessung, so nennt man die Oeffnungsdauer dieses fingirten Verfahrens die nützliche Oeffnungszeit (t). Meistens ist t kleiner als T, oft um die Hälfte.

Das Verhältniss von $\frac{t}{T}$ ist charakteristisch für jeden Momentverschluss und schwankt mit den verschiedenen Constructionssystemen; es soll auf jeden Verschluss eingeschrieben sein. Für den Zweck einer richtigen Expositionszeit kommt es darauf an, die nützliche Zeit in Rechnung zu ziehen.

Das Verhältniss von $\frac{t}{T}$ wurde für einige Momentverschluss-Typen berechnet (Fabre, Traité encyclop. de photogr. 1889. S. 449) und gefunden:

Für Verschlüsse mit zwei quadratischen Schiebern, welche sich in entgegengesetzter Richtung bewegen . . . . $\frac{t}{T} = 0{,}57$.

Ein Fallbrett, mit quadratischer Oeffnung . . . . $= 0{,}50$.

Ein Fallbrett, mit runder Oeffnung . . . . . $= 0{,}43$.

Bei dem unmittelbar vor der Platte vorübergleitenden Spalt tritt das günstigste Verhältniss ein, indem $\frac{t}{T} = 1$ ist.

Zur Messung der Geschwindigkeit von Momentverschlüssen wurden mehrere Methoden angegeben:

A) Messung der Geschwindigkeit der Momentverschlüsse durch Photographiren eines mit bekannter Geschwindigkeit sich bewegenden Lichtpunktes.

Diese Methode gibt, sobald der Punkt sehr hell ist, auf leichte Weise gute Resultate, welche die effective Oeffnungszeit des Verschlusses angeben. Ist der Punkt lichtschwach, so verwischt er sich nach beiden

Seiten der Bahn, so dass Anfang und Ende der Belichtungsdauer schwer zu messen ist.

Eder's Apparat zur Bestimmung der Geschwindigkeit der Momentverschlüsse. Der Verfasser benützt hierzu denselben Apparat[1]), wie zur Bestimmung der Verbrennungsdauer des Magnesiumblitzlichtes (s. Bd. I, Erste Hälfte, S. 493). Der in Fig. 210 abgebildete Apparat besteht aus einem schweren Rade aus dunkel gebeiztem Holze (Durchmesser $^3/_4$ m), an dessen Mittelpunkte und Peripherie sich je eine versilberte Halbkugel befindet, welche Sonnenlicht mit lebhaftem Glanze

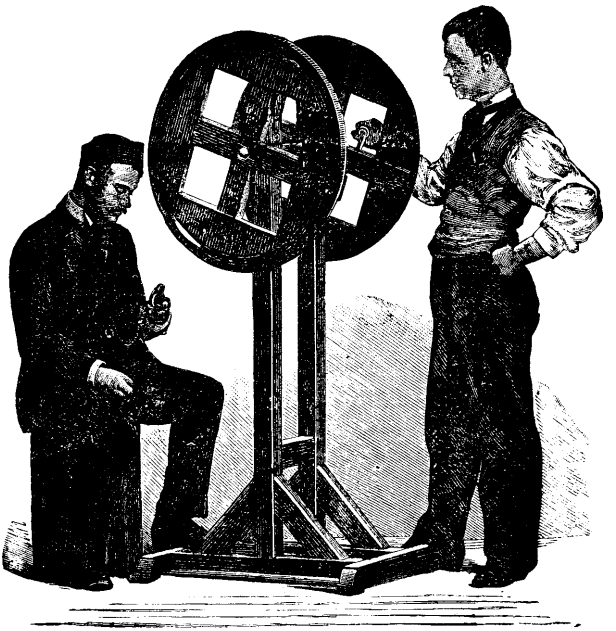


Fig. 210.

reflectirt. Das zweite Rad hat lediglich die Aufgabe, die Schwere zu vertheilen.

Ein am Rade angebrachter Metallstift bewirkt das Anschlagen einer mit einem Metallknopfe versehenen Feder an ein kleines Glöckchen, so dass bei je einer Umdrehung des Rades ein leiser, aber deutlich vernehmbarer Glockenschlag ertönt. Andererseits setzt man einen Secundenpendel in Gang, oder zählt nach einer Uhr präcise und laut die Secunden. Ein Gehilfe dreht das Rad und muss es sorgsam so einrichten, dass jeder Glockenschlag mit dem Secundenschlag zusammenfällt. Das Rad

1) Phot. Corresp. 1890. S. 364.

ist, wie erwähnt, ziemlich schwer und besitzt demzufolge einen ruhigen, gleichmässigen Gang[1]).

Man stellt den Apparat womöglich in der Sonne auf, setzt ihn in Bewegung und lässt den Momentverschluss functioniren. Entwickelt man die Platte, so erhält man einen scharfen Punkt in der Mitte und einen scharfen, mehr oder weniger langen bogenförmigen Strich an der Peripherie, welcher dem Wege entspricht, den die glänzende Halbkugel während der Dauer der Beleuchtung zurücklegte. Beträgt dieser Bogen, den man mittels des Transporteurs messen kann, $^1/_4$ des Kreisumfanges, so dauerte die Beleuchtung $^1/_4$ Secunde u. s. w.

Will man im Zimmer arbeiten, so kann man den Versuch bei Magnesiumlicht durchführen.

Um eine annähernde Angabe über die Geschwindigkeit des Momentverschlusses zu erhalten, erweist sich folgende Methode des Verfassers als die bequemste[2]): Ein Gehülfe schwingt vor dem im Dunklen aufgestellten photographischen Apparat mit ausgestrecktem Arme ein Stück brennenden, mittels einer Zange gehaltenen Magnesiumbandes. In einer Secunde wird eine Schwingung im Kreise gemacht. Nun wird der Momentverschluss in Thätigkeit gesetzt und das erhaltene Bild des rotirenden Lichtpunktes entwickelt. Man erhält ein sehr deutliches, scharfes Kreissegment. Der Durchmesser des geschwungenen Armes wird auf der Visirscheibe gemessen und der entsprechende Kreis auf Papier gezeichnet. Hierauf wird das Kreissegment, welches das brennende Magnesium während der Function des Momentverschlusses auf der Platte bildete, aufgetragen und mittels eines Transporteurs gemessen, den wievielten Theil des Kreises es beträgt. Ist z. B das Segment $^1/_{10}$ des ganzen Kreises, so war der Momentverschluss während $^1/_{10}$ Secunde geöffnet. Bei diesem Verfahren ist man vom Sonnenlicht ganz unabhängig.

Ingenieur Bayer[3]) änderte Eder's Apparat in der Weise ab, dass er ein schwarzes Brett mit einem weissen, in 100 Theile getheiltem Kreise versah (s. Fig. 211 und 212), vor welchem sich eine an einem Arm befestigte vernickelte Metallkugel bewegte, die durch eine an der Rückseite angebrachte Kurbel gedreht wird. Bei jeder Umdrehung gibt eine kleine Feder auf einer Scheibe mit eingeschnittenem grossen Zeiger einen hellen Ton. Der Apparat wird wie der vorige gehandhabt.

Vickers[4]) 1859 und Spiller 1882 empfahl folgenden Weg: Man nimmt eine Uhr, bei welcher der grosse Zeiger nach Entfernung des Pendels in der Secunde eine Umdrehung macht, setzt ein schwarzes Zifferblatt und einen glänzenden weissen Zeiger auf, theilt das Zifferblatt in 100 Theile und exponirt mit dem Momentverschluss

---

1) Selbstverständlich kann die ganze Vorrichtung durch Anwendung eines Uhrwerkes verbessert werden.

2) Zuerst mitgetheilt im Bull. de l'Assoc. Belge de Phot. 1882. S. 285.

3) Phot. Corresp. 1891. S. 227.

4) Phot. Archiv. 1860. S. 27.

auf die von der Sonne beschienene Uhr. Das verwaschene Zeigerbild (es sollte etwa $2^1/_2$ cm lang sein) gibt in Hundertsteln einer Secunde die Expositionszeit[1]).

Axtmann schlug einen ähnlichen Weg ein. Er liess durch einen Gehülfen einen Stab in je einer Secunde einmal im Kreise schwingen[2]).

B) Bestimmung mittels einer freifallenden Kugel.

Lässt man eine glänzende Kugel längs einer graduirten Scala frei fallen und photographirt dieselbe mittels eines Momentverschlusses, so

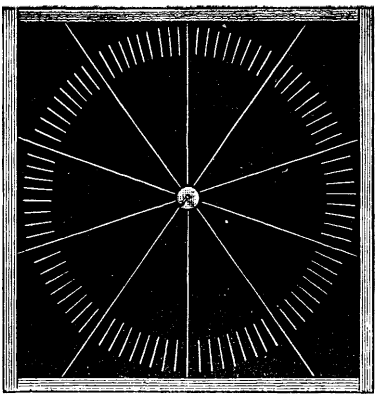


Fig. 211. Vorderseite mit bewegtem Zeiger.

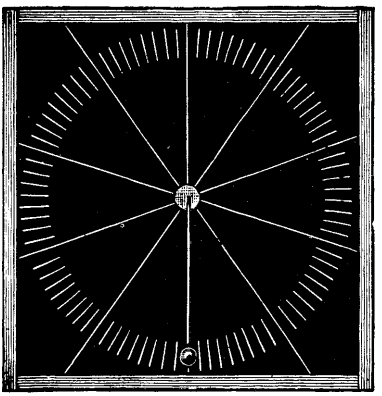


Fig. 212. Vorderseite mit stillstehendem Zeiger.

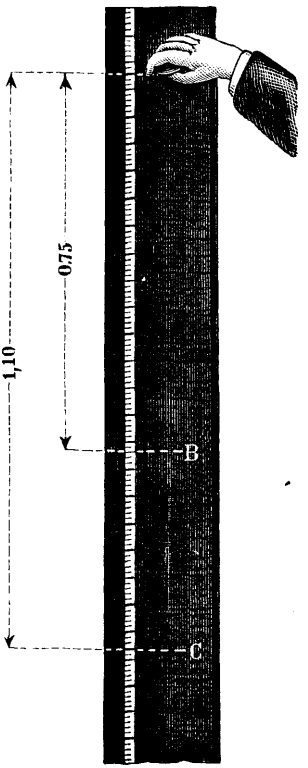


Fig. 213.

kann man aus der Länge des Bildstreifens der glänzenden Kugel nach dem Fallgesetze die Belichtungsdauer berechnen[3]).

---

1) Phot. News. 1882. S. 283. Phot. Wochenbl. 1882. S. 199.

2) Phot. Wochenbl. 1882. S. 199.

3) Diese Methode gab Jubert im Bull. Soc. franç. de Phot. (1880) an und wurde auch von Baume-Pluvinel (ibid. 1885), D. Molnár (Phot. Corresp. 1888. S. 479) u. A. empfohlen.

Man befestigt an einem schwarzen Brett (Fig. 213) eine in Centimeter getheilte weisse Papierscala (mit schwarzen Ziffern und Strichen) und stellt darauf die Camera sammt Momentverschluss ein. Ist alles bereit, so lässt man vom Nullpunkt der Scala die glänzende Kugel (bei gutem Lichte, womöglich in der Sonne) frei fallen und setzt den Verschluss in Thätigkeit. Es entsteht ein Bild der fallenden Kugel in Form eines Striches.

Baume-Pluvinel brachte am fallenden Gewichte einen Magnesiumdraht an und hängte das Gewicht mittels eines Fadens von Schiessbaumwolle beim Nullpunkte der Scala auf; der Apparat wird ungefähr in einer Entfernung = der 6fachen Brennweite des angewendeten Objectives aufgestellt. Man zündet das Magnesium an, dann den Schiessbaumwollfaden und öffnet unmittelbar nach dem Beginne des Fallens den Momentverschluss. Das brennende Magnesium bildet einen intensiven Lichtpunkt, welcher die Falldistanz scharf am photographischen Bilde abzeichnet.

Man liest nun den zurückgelegten Weg AB und AC am photographischen Bilde (seitlich dem Massstabe) ab und kann die dazugehörigen Fallzeiten nach den bekannten Formeln berechnen[1]) oder aus der nachstehenden Tabelle entnehmen.

Zurückgelegte Distanz m	Fallzeit Sec.	Correction für 1 cm Sec.	Zurückgelegte Distanz m	Fallzeit Sec.	Correction für 1 cm Sec.
0,05	0,10097	0,00836	1,00	0,45155	0,00220
0,10	0,14279	0,00622	1,10	0,47359	0,00211
0,15	0,17389	0,00561	1,20	0,49465	0,00202
0,20	0,20194	0,00477	1,30	0,51484	0,00194
0,25	0,22577	0,00431	1,40	0,53428	0,00188
0,30	0,24732	0,00396	1,50	0,55304	0,00181
0,35	0,26714	0,00369	1,60	0,57117	0,00176
0,40	0,28558	0,00347	1,70	0,58875	0,00170
0,45	0,30291	0,00328	1,80	0,60582	0,00166
0,50	0,31930	0,00312	1,90	0,62242	0,00162
0,55	0,33448	0,00298	2,00	0,63859	0,00158
0,60	0,34977	0,00286	2,10	0,65436	0,00154
0,65	0,36405	0,00275	2,20	0,66976	0,00150
0,70	0,37779	0,00265	2,30	0,68481	0,00147
0,75	0,39105	0,00257	2,40	0,69954	0,00144
0,80	0,40388	0,00249	2,50	0,71395	0,00141
0,85	0,41631	0,00241	2,60	0,72810	0,00139
0,90	0,42838	0,00235	2,70	0,74197	0,00136
0,95	0,44012	0,00229	2,80	0,75559	0,00134
1,00	0,45155		2,90	0,76896	

1) Setzen wir AB (Fig. 213) $= e$, $AC = e'$ und t und t' gleich den Zeiten, welche erforderlich zum Durchlaufen dieser Strecken waren, und g die Secundenbeschleunigung (981 cm), so ist:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2\,e_1}{g}}, \qquad t = \sqrt{\frac{2\,e}{g}}.$$

Darnach ist die Belichtungszeit $T = t_1 - t$

$$= \sqrt{\frac{2-e'}{g}} - \sqrt{\frac{2\,e}{g}} = \sqrt{\frac{2}{g}} \cdot (\sqrt{e_1} - \sqrt{e}) = 0{,}045155\ (\sqrt{e_1} - \sqrt{e}).$$

Z. B. habe bei unserem Beispiele (Fig. 213) die Kugel den Weg (AB) von 0,75 m der Scala bis 1,10 m (AC) zurückgelegt. Die Kugel braucht (laut der Tabelle auf voriger Seite) die Zeit $t = 0{,}39105$ Sec. um bis 0,75 m zu kommen und die Zeit $t' = 0{,}47359$ Sec. um bis 1,10 m zu fallen. Die Differenz $t' - t = 0{,}47359 - 0{,}39105 = 0{,}08254$ Sec. (oder rund 0,08 Secunden) gibt die Geschwindigkeit des Momentverschlusses an.

C) Photometrische Bestimmung der Geschwindigkeit der Momentverschlüsse.

Diese von A. W. Scott im Jahre 1886 angegebene Methode[1]) beruht auf dem Gesetze, dass die Intensitäten des von einer Lichtquelle auf zwei verschiedene Punkte geworfenen Lichtes sich umgekehrt verhalten, wie die Quadrate der Entfernungen. Man setzt im Dunkelzimmer eine bis auf einen kleinen viereckigen Ausschnitt überall von einer lichtdichten Hülle umschlossene Trockenplatte dicht hinter den Momentverschluss, stellt sie in gemessenem Abstande einer Gasflamme gegenüber und lässt den Momentverschluss spielen. Dann exponirt man eine andere Stelle der Trockenplatte hinter dem viereckigen Ausschnitte ohne den Momentverschluss und zwar so, dass man annehmen kann, die Exposition werde annähernd entsprechend sein. Schätzt man also beispielsweise die Schnelligkeit des Momentverschlusses = $^1/_{16}$ Secunde, so wird man jetzt in viermal so grossem Abstande 1 Secunde oder besser in achtmal so grossem Abstande 4 Secunden belichten. Nachdem man dies gethan hat, macht man noch eine Anzahl anderer Expositionen auf derselben Platte, bei dem letzten Abstande mit wechselnder Zeit, also etwa 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 Secunden. Es ist praktisch, dies so anzuordnen, dass sie rings um die mit dem Momentverschlusse gemachte Aufnahme stehen. Dann entwickelt man die Platte in einem langsam wirkenden Entwickler und sieht, welches der verschiedenen Quadrate in Bezug auf die Dichtigkeit mit dem mittleren am besten stimmt, woraus sich dann die Expositionszeit des Momentverschlusses ergibt.

Prof. L. Weber gab in den Photogr. Mitth. 1891, S. 42, eine ähnliche Methode an.

Diese Methoden geben die nützliche Belichtungszeit an.

D) Bestimmung der effectiven Oeffnungszeit des Momentverschlusses mittels des Chronographen.

Eine sehr grosse Genauigkeit gestattet die Methode A. Londe's[2]) (Fig. 214). Ein Streifen berusstes Papier ist an dem Fallbrette des

1) Brit. Journ. Phot. 1886. S. 621. Phot. Wochenbl. 1889. S. 13.
2) Phot. Corresp. 1887. S. 383.

Momentverschlusses befestigt. Dann versetzt man eine Spitze in regelmässige Bewegung, welche das berusste Papier berührt und weisse Linien einkratzt. Ferner stellt man einen Chronograph mit einem elektromagnetischen Apparate auf; die Stimmgabel kommt in regelmässige Schwingungen von bekannter Schwingungszahl pro Secunde. Die Schwingungen der Stimmgabel bringen die Spitze in Vibration und diese schreibt eine gewisse Anzahl derselben auf das sich vorbeibewegende berusste Papier. Je langsamer das Fallbrett des Moment-

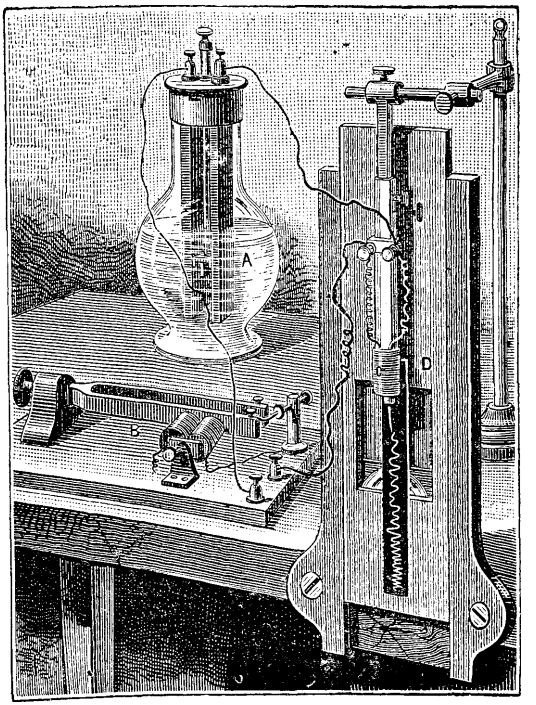


Fig. 214. Chronograph zur Bestimmung der Geschwindigkeit eines Momentverschlusses.

verschlusses vorbeigleitet, desto mehr Schwingungen werden am Papier eingeschrieben. Fig. 214 zeigt das Resultat eines solchen Versuches. Die Spitze machte 100 doppelte Schwingungen in einer Secunde; 6 Schwingungen zeichneten sich am Papierstreifen während des Herabfallens des Fallbrettes ein, d. h. das Fallbrett liess den Apparat während $^6/_{100}$ Secunde offen. Bringt man aber eine Blende an, welche die Oeffnung zum Theil verschliesst, so reducirt sich die wirksame Belichtungszeit auf $^2/_{100}$ Secunde.

Viel einfacher und ebenso genau ist die Benutzung von Stimmgabeln[1]), welche mit einem Violinbogen gestrichen und dadurch in Vibrationen versetzt werden, wie zuerst Dr. Laudy empfahl; diese machen bekanntlich für einen bestimmten Ton eine bestimmte Anzahl von Schwingungen für eine Secunde. Es sind elektrische Apparate oder dergl. hierbei überflüssig und man braucht hierzu keine kostspieligen Apparate. Z. B. macht eine Stimmgabel für den Ton C_3 256, G 384, C_4 512 Vibrationen. Man hat solche Stimmgabeln für einen gewissen Ton oder eine bestimmte Anzahl von Schwingungen in physikalischen Cabineten. Für unseren Zweck bringt man an einer Zinke eine feine Spitze an, welche dazu bestimmt ist, in das mit Russ geschwärzte Fallbrett eines Momentverschlusses während des Falles Zick-

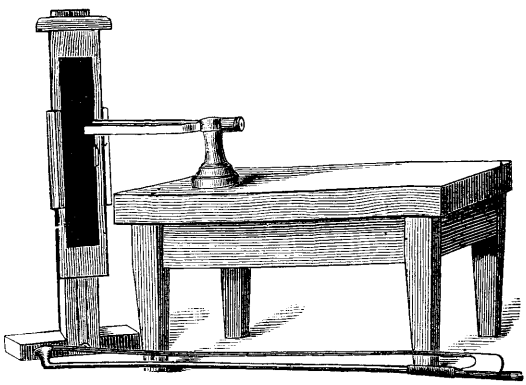


Fig. 215.

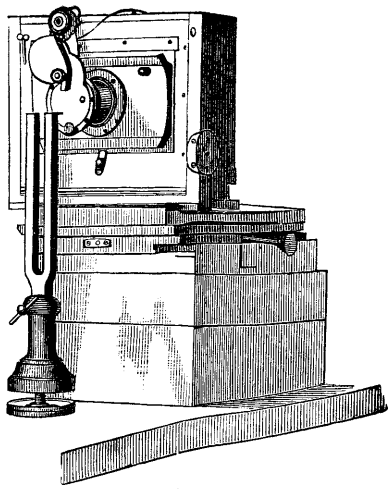


Fig. 216.

Bestimmung der Geschwindigkeit von Momentverschlüssen.

zacklinien einzukratzen. Fig. 215 zeigt die Anordnung des Fallbrettes und der Stimmgabel. Man bringt die Spitze der letzteren mit dem ersten in Berührung, versetzt die Stimmgabel durch Streichen mit dem Violinbogen in Schwingungen und lässt das Fallbrett herabgleiten. Es zeichnet sich eine Zickzacklinie ab (ähnlich wie sie auf Fig. 214 ersichtlich ist) und daraus lässt sich die Schnelligkeit der Belichtungszeit berechnen. Es sei z. B. die Oeffnung des Apparates 8 cm; auf eine solche Strecke habe nun eine Stimmgabel, welche 256 Vibrationen in der Secunde macht, 20 mal sich hin und her bewegt, so wäre die Belichtungsdauer $= {}^{20}/_{256} = {}^{1}/_{12}$ Secunde. Die Geschwindigkeit eines rotirenden

1) Vergl. ferner Pickering, Philad. Photogr. 1885. — Sebert, Bull. Soc. franç. Phot. 1883.

Momentverschlusses kann mittels einer schwingenden Stimmgabel in ganz ähnlicher Weise, wie die eines Fallbrettes bestimmt werden, wie in Fig. 216 versinnbildlicht ist.

Addenbrooke construirte folgenden Apparat zur Bestimmung der Expositionsdauer [1]).

Eine kleine Bromsilbergelatine-Platte ist bei *E* (Fig. 217) mittels eines Kautschukbandes an der drehbaren Achse *D* befestigt und alles in ein lichtdichtes Kästchen *A* eingeschlossen. An der Vorderseite des Kästchens ist bei *F* eine Ebonitplatte *S* (Fig. 218 und 219) angebracht, in welche genau im Centrum ein kleines Loch *H* ($^1/_{10}$ Zoll) gebohrt ist. Befindet sich das Loch genau gegenüber dem Mittelpunkte der sich drehenden Bromsilbergelatine-Platte und fällt Licht ein, so entsteht dort

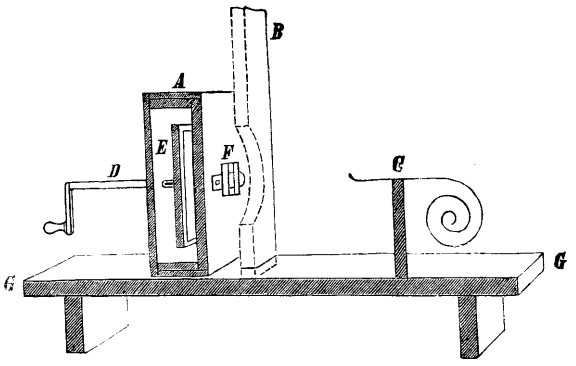


Fig. 217.

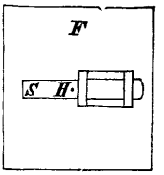


Fig. 218.

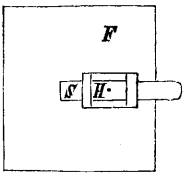


Fig. 219.

Addenbrooke's Apparat zur Bestimmung der Expositionszeit.

ein schwarzer Punkt. Wird das Loch durch Verschieben der Ebonitplatte auf die Seite gebracht (Fig. 218 und 219), so verursacht das einfallende Licht auf der Bromsilbergelatine-Platte das Entstehen eines Kreises oder Kreis-Segmentes. Zum Gebrauche bringt man vor dem Loche den Momentverschluss *B* an, zündet bei *C* Magnesiumdraht an, dreht die Achse *D* mit der Hand gleichmässig (besser ein Uhrwerk), z. B. einmal in der Secunde und setzt den Verschluss in Thätigkeit. Wird ein Kreis-Segment, welches gleich $^1/_{10}$ des ganzen Kreisumfanges ist, durch das einfallende Licht gezeichnet, so war der Verschluss $^1/_{10}$ Secunde offen.

---

1) The Photogr. Journal. 1882. S. 188. Phot. News. 1882. S. 428.

Nach A. de la Baume-Pluvinel (Pariser Photographen-Congress 1889) bestimmt man die wahre wirksame Expositionszeit (nützliche Oeffnungszeit) und das Verhältniss $\frac{t}{T}$ in folgender Weise.

Man befestigt vor dem Verschluss eine Blende, deren Oeffnung aus einem schmalen, geradlinigen Spalt besteht, welcher im Sinne der Bewegung der Verschluss-Platten liegt. Der mit der Blende versehene Verschluss wird dann an einem Projectionsapparat angebracht, welcher mittels des Drummond'schen Kalklichtes erleuchtet und so eingestellt ist, dass er ein verkleinertes Bild des Spaltes der Blende liefert. Wenn man in der Ebene, wo dies Bild sich bildet, eine lichtempfindliche Platte aufstellt, die sich senkrecht zu der Richtung des Spaltes verschiebt, während der Verschluss functionirt, so hinterlässt das Bild des Spaltes auf der lichtempfindlichen Schicht einen Streifen, dessen Gestalt von der Bewegung des Verschlusses, wie von derjenigen der Platte abhängen muss. In den von Baume-Pluvinel angestellten Versuchen war die lichtempfindliche Platte in einem mit einem Gewicht beschwerten Rahmen enthalten und bewegte sich in freiem Fall in der Ebene, in welcher sich das horizontale Bild des Blendenspaltes bildete. Während der kurzen Zeit der Thätigkeit des Verschlusses verschob sich die Platte innerhalb gleicher Zeiten um gleiche Längen.

Wenn man in der angegeben Weise verfährt, so erhält man einen Streifen in Gestalt eines unvollkommenen Rechteckes, wie die Fig. 220 es darstellt[1]). Ein Punkt K des Blendenspaltes, welcher sein Bild in k erzeugt, hinterlässt einen Strich $k'k''$, dessen Länge von der Zeit abhängt, während welcher der Punkt K und alle Punkte der Sehne $K'K''$ geöffnet gewesen sind[2]). Die auf ff' bis zu der Begrenzung des Streifens errichteten Lothe geben deshalb durch ihre Länge die Expositionszeit der verschiedenen Punkte des Blendenspaltes und damit auch aller Punkte der Oeffnung des Verschlusses an. Im besonderen stellen die Längen $O''O$ und OO' die Zeiten der Phasen des Oeffnens und

1) Bemerkenswerth ist, dass der Lichtschein eines Punktes des Spaltes ebenso stark am Anfang des Versuches, wie mitten in demselben ist. Wenn daher dieser Punkt genügend lichtstark ist, um auf der beweglichen Platte einen Strich zu hinterlassen, so wird dieser Strich in allen seinen Theilen dieselbe Intensität aufweisen und seine Enden werden ganz scharf begrenzt sein. Das ganze Bild wird äusserst scharfe Umrisse zeigen, ohne Rücksicht auf die Stärke der Lichtquelle, die Empfindlichkeit der Platte und die Kraft des Entwicklers.

2) Um aus der Länge $K'K''$ die Zeit zu finden, während welcher der Punkt K offen geblieben ist, kann man die zu diesem Zweck von Baume-Pluvinel im Bulletin de la Société française de Photographie, Jahrgang 1885, S. 65 veröffentlichte Tabelle benutzen.

Schliessens dar, und ihre Summe $O''O'$ gibt die Zeit der wirksamen Exposition an. Die Abbildung lässt erkennen, dass die Phase des Oeffnens länger als die des Schliessens gewesen ist und dass die beiden Phasen einander unmittelbar gefolgt sind, ohne dass zwischen beiden eine Phase totaler Oeffnung stattgehabt hat.

Indem man so die Dauer der Exposition für jeden Punkt der Oeffnung des Verschlusses bestimmen kann, ist man auch in der Lage, das Lichtvolumen festzustellen, welches der Apparat während der Zeit der wirksamen Exposition passiren lässt. Betrachtet man nämlich bloss das Lichtvolumen, welches durch eine der beiden Hälften des Verschlusses hindurchgeht, und zerlegt dasselbe in fünf Prismen, deren Grundflächen die Kreis-Segmente von gleicher Breite AA' BB', BB' CC' ..., und deren Höhen die Längen ll', mm' ... sind, welche die Zeiten darstellen, während welcher die Mittelpunkte der Segmente offen lagen, so ergeben die Producte aus dem Inhalt der Grundflächen mit den Höhen die Rauminhalte der Elementar-Prismen, und die Summe dieser Volumina ist das Gesammt-Lichtvolumen, welches der Verschluss in der wirksamen Expositionsdauer durchlässt.

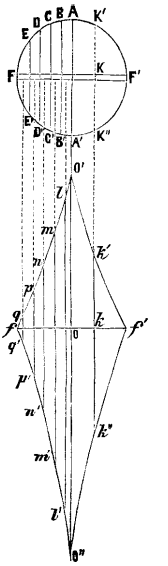


Fig. 220.

In der angedeuteten Weise ergaben sich bei einem der angestellten Versuche aus den erhaltenen Kreisen folgende Resultate:

	Durch Messung festgestellte Höhe der Prismen	Berechneter Inhalt der Prismen-Grundfläche	Voluminhalt der Prismen
ll'	34,8 mm	398	13850,4
mm'	28,0 „	381	10668,0
nn'	18,0 „	346	6228,0
pp'	10,4 „	283	2943,2
qq'	3,7 „	163	603,1
daher das gesammte vom Verschluss durchgelassene Licht-Volumen			34292,7.

Andererseits würde der ideale Verschluss innerhalb der wirksamen Expositionszeit ein Licht-Volumen durchlassen, welches gleich dem Product aus dem Flächeninhalt der halben Verschlussöffnung mit der Länge $O''O'$ wäre, welche die Zeitdauer der wirksamen Exposition darstellt, so dass dies Licht-Volumen

	Länge $O''O'$		Fläche AFA'		
aus	41	$\times$	1571	=	64411 besteht.

Da man so einerseits das Licht-Volumen kennt, welches der in Frage kommende Verschluss durchlässt, andererseits dasjenige, welches durch den idealen Verschluss gehen würde, ergibt sich das Verhältniss:

$$\frac{t}{T} = \frac{34292{,}7}{64411} = 0{,}532.$$

Um die Genauigkeit der vorstehend angedeuteten Methode zu prüfen, untersuchte Baume-Pluvinel den besonderen Fall, in welchem die Bewegung der Lamellen des Verschlusses eine gleichmässige ist. Dann stellt der Streifen, welchen man erhält, ein vollkommenes Rechteck dar. Werden an demselben die oben erwähnten Messungen vorgenommen, so ergibt sich das Verhältniss $\frac{t}{T} = 0{,}569$. Berechnet man andererseits für diesen Fall dasselbe mittels der Integralrechnung genau, so stellt es sich auf 0,575. Der geringe Unterschied zwischen dem berechneten und dem experimentell gefundenen Werthe lässt die angegebene Methode in einem sehr günstigen Lichte erscheinen. Bemerkt mag noch sein, dass in allen Fällen, wo es sich darum handelt, das Verhältniss $\frac{t}{T}$ für einen Verschluss von Thury und Amey mit rechteckiger Oeffnung festzustellen, man in der angedeuteten Weise zu verfahren hat, also nur die den Streifen ergebenden Operationen auszuführen, auf diesem Streifen die Längen ll', mm' u. s. w. zu messen und diese Längen mit den oben angegebenen Zahlen zu multipliciren hat; dagegen würden, wenn man das Verhältniss $\frac{t}{T}$ für einen Verschluss von anderem Typus bestimmen wollte, die in Frage kommenden Elementar-Prismen andere sein und die oben gegebenen Zahlen nicht mehr passen.

ACHTZEHNTES CAPITEL.

SPECIELLE BESCHREIBUNG DER GEBRÄUCHLICHEN MOMENT-VERSCHLÜSSE.

I. Der Guillotine-Momentverschluss (Fallbrett) und ähnliche Schieber-Momentverschlüsse.

Das Princip der Schieber-Momentverschlüsse beruht darauf, dass bei dem Objectiv ein mit einer Oeffnung versehener Schieber vorbeigezogen wird; in dem Moment, wo Schieberöffnung und Objectivöffnung zusammenfällt, erfolgt die Exposition.

Diese Momentverschlüsse sind sehr allgemein anwendbar, denn sie können vor und hinter dem Objectiv sowie in dessen Mitte angebracht werden, können einfachen oder doppelten Schieber haben und sind endlich jeder Modification in Bezug auf generelle oder partielle Belichtungsdauer fähig.

Das Vorbeigleiten des Schiebers vor dem Objectiv kann entweder durch den freien Fall eines Brettchens oder durch den Zug einer Feder bewirkt werden. Die erste Art von Verschlüssen nennt man „Fall-Apparate“ oder „Guillotine“.

Schon Gaudin versuchte einen Fall-Apparat, dessen Spalte er mittels eines Schiebers breiter oder schmäler machen konnte, zur kurzen Belichtung von nassen Collodionplatten im Copirrahmen (zur Herstellung von Diapositiven) zu verwenden[1]).

Maidstone Smith nannte 1856 ein Fallbrett, das mittels einer über Rollen gehenden Schnur bewegt wurde, „Photozon“[2]), und T. Skaife erhielt im Juni 1856 ein englisches Patent auf einen Momentverschluss (Fall-Apparat aus Metall, welcher mit einer Gummischnur beschleunigt werden konnte und hinter dem Objectiv angebracht wurde.

1) Horn's Phot. Journal. 1855. Bd. 3, S. 73.

2) Journ. Phot. Soc. London. 1856. Bd. 3, S. 145.

Den Fall-Apparat (Fallbrett) für Momentaufnahmen beschrieb auch Price in seinem „Manual of photographic manipulation“ 1858. Derselbe brachte den Verschluss innerhalb des Dunkelkastens hinter den Linsen an.

Murray und Heath liessen den Fall-Apparat ganz aus Metall arbeiten und milderten die durch den Fall verursachte Erschütterung durch eine Kautschukröhre, und de la Rue benutzte einen ähnlichen Apparat zu seinen Mondphotographien[1]). Gordon nahm 1860 Ansichten und Typen in Indien damit auf[2]).

Janssen machte seine Sonnenphotographien in den Siebziger Jahren mit einem Fall-Apparat in $^1/_{800}$ bis $^1/_{2000}$ Secunden. Um die beschleunigte Bewegung des Schliessens in eine gleichmässige zu verwandeln, brachte Prazmowski eine Hemmung an[3]).

Ein Fallbrett gleitet am ruhigsten und besten, wenn man in einem Messingrahmen ein Holzbrettchen gleiten lässt. Diese Anordnung ist sehr zu empfehlen. Die von Dilettanten improvisirten Fallverschlüsse von Holz in Holz oder Carton in Carton sind häufig schlecht, weil sie oft durch mangelhafte Construction Erschütterungen geben.

Für einen Guillotine-Apparat, bei welchem ein Brett in freiem Fall an der Objectivöffnung vorübergleitet, kann man die Expositionszeit aus der Fallgeschwindigkeit und der Objectivöffnung berechnen.

Im Nachfolgenden ist eine von Dr. Holetschek in Wien gerechnete diesbezügliche Tabelle mitgetheilt. Sie gilt für eine quadratische Oeffnung im Fallbrett, deren Seite gleich dem Durchmesser des Objectives ist. Je höher die Oeffnung des Fallbrettes über der Objectivöffnung gelegen ist, desto rascher gleitet sie bei letzterer vorüber infolge der beschleunigten Fallgeschwindigkeit. Dadurch ist ein Mittel an die Hand gegeben, die Expositionszeit in einem genau bekannten Grade abzukürzen.

Tabelle zur Berechnung der Expositionszeit beim Fall-Apparat.

Objectiv-Durchmesser	Abstand der Oeffnung des Fallbrettes über der Oeffnung des Objectives: 2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm	Belichtungszeit in Secunden
4 cm	$^1/_{16}$	$^1/_{22}$	$^1/_{27}$	$^1/_{13}$	$^1/_{35}$	$^1/_{43}$	$^1/_{50}$	$^1/_{55}$	$^1/_{61}$	
5 cm	$^1/_{13}$	$^1/_{18}$	$^1/_{22}$	$^1/_{25}$	$^1/_{28}$	$^1/_{34}$	$^1/_{40}$	$^1/_{44}$	$^1/_{49}$	
6 cm	$^1/_{10}$	$^1/_{15}$	$^1/_{18}$	$^1/_{21}$	$^1/_{23}$	$^1/_{29}$	$^1/_{33}$	$^1/_{37}$	$^1/_{40}$	
7 cm	$^1/_{9}$	$^1/_{13}$	$^1/_{16}$	$^1/_{18}$	$^1/_{20}$	$^1/_{25}$	$^1/_{28}$	$^1/_{32}$	$^1/_{35}$	
8 cm	$^1/_{8}$	$^1/_{11}$	$^1/_{14}$	$^1/_{16}$	$^1/_{18}$	$^1/_{21}$	$^1/_{25}$	$^1/_{28}$	$^1/_{30}$	

Der Gebrauch dieser Tabelle ist einfach. Es befindet sich z. B. die Oeffnung des Fallbrettes 4 cm über jener des Objectives (von Mittelpunkt zu Mittelpunkt ge-

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. S. 68.
2) Bullet. Soc. franç. 1861. S. 114.
3) Bullet. Soc. franç. Phot. 1880. S. 321.

messen); das Objectiv habe 6 cm Linsendurchmesser, so ist die Expositionszeit gleich $^1/_{15}$ Secunde. (Die Verringerung der Geschwindigkeit durch Reibung, Luftwiderstand etc. ist hier vernachlässigt.)

Durch Anbringen einer Feder kann man die Geschwindigkeit des Fallbrettes wesentlich beschleunigen.

Fig. 221 zeigt einen solchen Verschluss in der einfachsten Form. *B* ist ein Brett, welches in dem Rahmen *CC* senkrecht verschiebbar ist. Der Rahmen sitzt mit seiner Rückseite auf dem Objectivglas *L* des photographischen Apparates (letzteres ist durch den punktirten Kreis *L* angedeutet). In der in der Figur angedeuteten Stellung ist das Glas durch den unteren Theil des Brettes gedeckt. *g* ist eine Spiralfeder, welche, sobald der Stift *S* weggezogen ist, das Brett mit grosser Geschwindigkeit nach unten zieht, so dass das Objectivglas in dem Momente frei wird, wo die Oeffnung *O* dasselbe passirt, um dann sofort wieder durch den oberen Theil *B* zugedeckt zu werden.

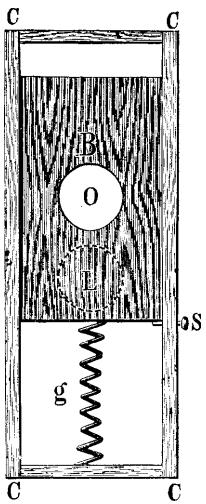


Fig. 221. Fallbrett.

Es ist durchaus nicht gleichgültig, welche Oeffnung man dem Fallbrette gibt.

Macht man die Oeffnung des Fallbrettes rund, so werden nur die mittleren Theile des Objectives während der Fallzeit volles Licht erhalten; die Randtheile rechts und links vom Mittelpunkt werden durch viel kürzere Zeit Licht bekommen.

Ist die Oeffnung des Fallbrettes viereckig (quadratisch), so sind die Bedingungen für eine gleichmässige Belichtung schon günstiger als bei einer runden; die Ränder erhalten mehr Licht. Ja noch mehr, das Gesammtquantum an Licht, welches während einer gewissen Fallzeit in das Objectiv gelangt, ist im ersten Fall grösser, als im letzten. Ein Fallbrett mit viereckiger Oeffnung lässt in einer Secunde so viel Licht eindringen, als ein solches mit runder in $1^1/_4$ Secunden[1]). Daraus geht hervor, dass die erste Anordnung günstiger ist als die letztere, und in Fig. 230, 233 und 235 ist darauf Rücksicht genommen. Vertheilhaft ist es auch, die Oeffnung oblong, d. i. mehr hoch als breit zu machen; nachtheilig für eine gleichmässige Helligkeit des Bildes ist, sie mehr breit als hoch zu machen.

---

1) Joubert, Bullet. Soc. franç. Phot. 1880. S. 131.

Gegen die am meisten gebräuchliche runde oder rechteckige Oeffnung des Fallbrettes wurden wiederholt Bedenken ausgesprochen. Wight verwarf beide, weil auch mit letzterer die Ränder des Bildes noch zu wenig exponirt werden; dies veranschaulicht Fig. 222—224. Die Entfernung *a b*, Fig. 224, ist gleich dem Objectivdurchmesser und der Radius des Kreisbogens *c a d* und *e b f* gleich dem der Objectivöffnung. Bei einer gleich schnellen Bewegung der drei Bretter ist die Zeit der Exposition in Bezug auf den senkrechten Durchmesser des Objectives bei allen dreien eine gleiche, denn sie haben alle drei einen gleich langen Weg zurückzulegen. Die Lichtwirkung ist jedoch sehr verschieden. Bei allen dreien tritt ein Moment ein, in dem das ganze Objectiv frei und somit die Lichtwirkung bei allen dreien gleich ist[1]). Doch ist dies eben nur ein Moment. In jeder anderen Stellung zeigt

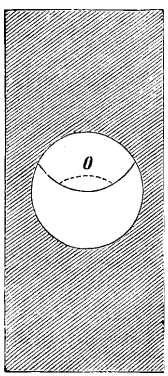


Fig. 222.

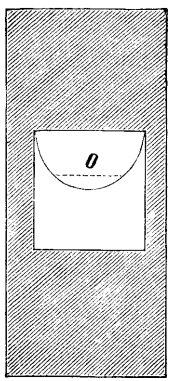


Fig. 223.

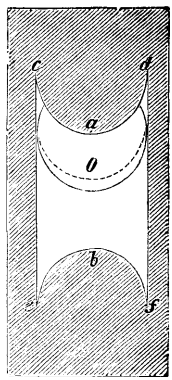


Fig. 224.

Verschiedene Oeffnung des Fallbrettes.

sich eine wesentliche Verschiedenheit, die, je näher dem Anfange oder dem Ende der Exposition, um so stärker hervortritt. In den Fig. 222 bis 224 ist der Moment dargestellt, wo die Oberkante der Oeffnung in der Mitte der Objectivöffnung angelangt ist. In Fig. 222 sehen wir von der Objectivöffnung *o* weniger als die Hälfte. In Fig. 223 sehen wir gerade die Hälfte und in Fig. 224 mehr als die Hälfte der Objectivöffnung. Man kann auf diese Weise berechnen, dass sich die Lichtwirkung der drei Verschlüsse Fig. 222—224 bei gleicher Schnelligkeit der Schieberbewegung und sonst gleichen Verhältnissen, wie die Flächeninhalte der betreffenden Oeffnungen, d. i. annähernd wie die Zahlen 11 : 14 : 17 verhalten.

---

1) Phot. Mitth. 1881. Bd. 18, S. 226.

Fig. 225 und 226 zeigt einen guten billigen Momentverschluss mit pneumatischer Auslösung und Beschleunigung mittels einer Gummischnur, welchen z. B. die Firmen Sachs in Berlin, E. Brandt und Wilde (Fig. 227) in Berlin u. A. in den Handel bringen.

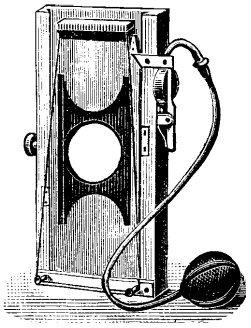


Fig. 225.

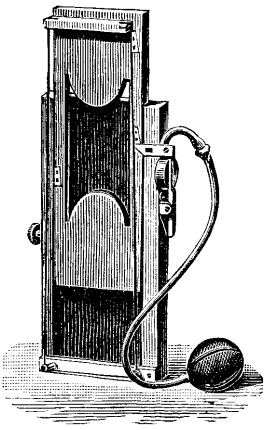


Fig. 226.

Fallbrett als Momentverschluss.

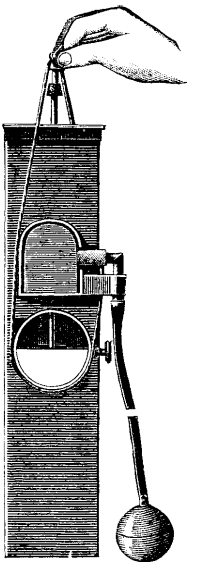


Fig. 227.
Brandt und Wilde's Momentverschluss.

Eine ähnliche Einrichtung gab Valentin (Phot. News. 1881. S. 54) seinem Fall-Apparate. Hannyngton construirte ein auf demselben Princip beruhendes Fallbrett mit verstellbarer Oeffnung (Yearbook of Phot. for 1882. S. 95). Fig. 228 zeigt den an ein Holzkästchen befestigten Apparat, welcher in der Führung *FF* gleitet. Durch Verschieben von *D* kann die Oeffnung des Fallbrettes *BB* vergrössert oder verkleinert werden. *O* ist die Objectivöffnung.

Fig. 229 und 230 zeigt die Construction eines Fallbrettes mit pneumatischer Auslösung (Fig. 229 Rückseite, Fig. 230 Vorderseite). Der Apparat wird mittels des Holzringes *e* auf das Objectiv gesteckt. Das Fallbrett *d* hat bei *g* eine Oeffnung. In der Lage, wie sie

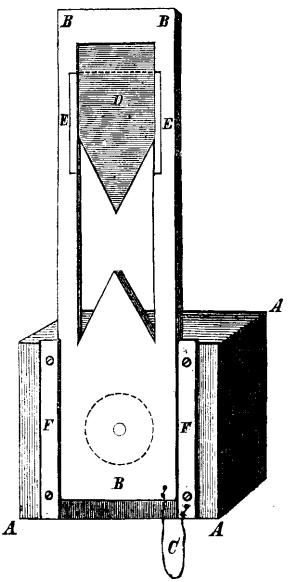


Fig. 228. Hannyngton's Verschluss.

Fig. 229 und 230 zeigt, ist das Objectiv verschlossen und das Fallbrett durch den federnden Sperrhaken *c* festgehalten. Durch einen Druck bei dem Kautschukballon wird die Kautschukblase *a* aufgeblasen, hebt bei *b* einen Messinghebel, welcher den Sperrhaken *c* zurückzieht. Das Brett gleitet nun nach abwärts und wird durch eine Feder *h* verhindert zurückzuspringen. Bei *f* kann eine Gummischnur angebracht werden, welche die Bewegung des Brettes beschleunigt.

Ein Fallbrett in einfacher Form für Stereoscop-Apparate zeigt Fig. 231. Ein Rahmen von Messing oder Holz mit zwei am Rücken befestigten Röhren, mittels deren er an die Linsen der Camera gepasst ist, hat zwei Oeffnungen, welche der Stellung

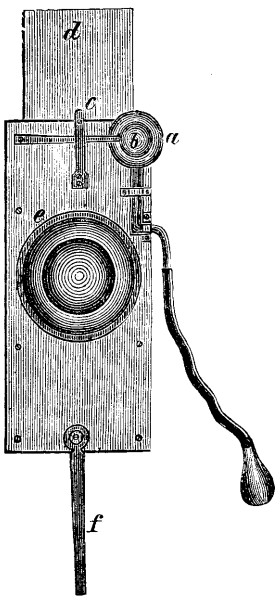


Fig. 229.

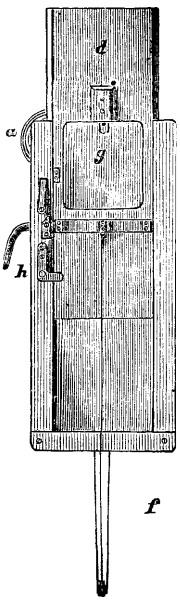


Fig. 230.

Fall-Apparat.

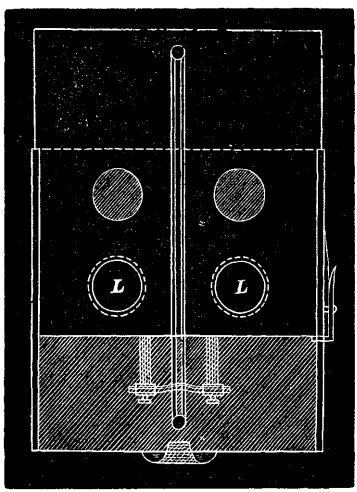


Fig. 231.
Fall-Apparat.

der Linsen entsprechen (*L L*). In jede Seite des Vordertheiles dieses Rahmens sind Fugen eingeschnitten, in welchen eine Messing- oder Holzplatte frei läuft. Diese Platte hat in der Mitte zwei Oeffnungen. Wird die Platte in die Höhe gezogen, so verschliesst sie die Objective. Durch Auslösen des Sperrhakens gleitet die Platte (im freien Fall oder gezogen durch eine Gummischnur) herab, die Oeffnungen passiren die Objective, die Exposition erfolgt und im nächsten Augenblick sind die Objective durch die Platte wieder geschlossen.

Der freifallende Guillotineverschluss oder das „Fallbrett“ im engeren Sinne des Wortes wird meistens vor der Linse angebracht; jedoch ziehen manche die Befestigung hinter der Linse vor, wodurch die Einrichtung stabiler wird und der Vordergrund kürzer als der Himmel belichtet wird, weil das Fallbrett anfangs sich stets langsamer

als gegen Ende des Falles bewegt und bei dieser Anordung, wie sie in Fig. 232 gezeigt ist, zuerst der Vordergrund belichtet wird. Durch

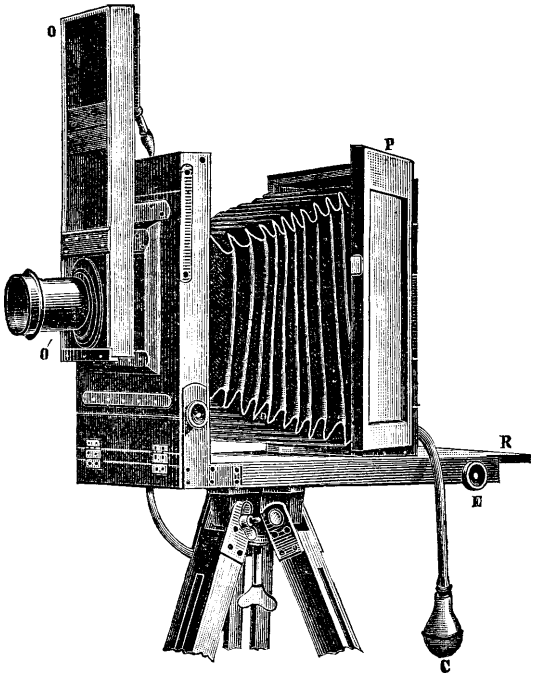


Fig. 232.

Schräg-Stellen (Fig. 233) kann die Geschwindigkeit des Fallbrettes wesentlich verlangsamt werden.

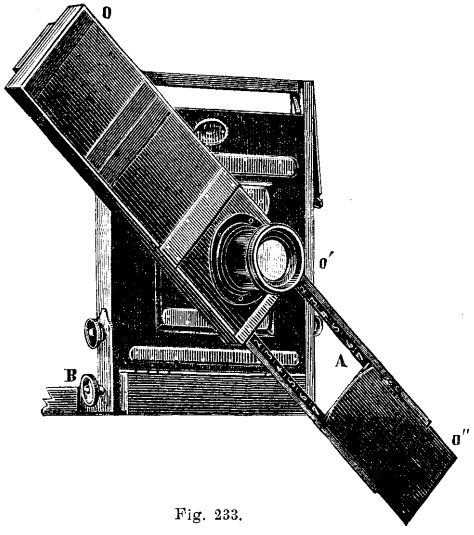


Fig. 233.

Jamin liess eine durchlöcherte Metallplatte, die zugleich als Blende diente, in der Mitte des Objectives (zwischen beiden Linsen) fallen [1]). Dadurch wird eine möglichst grosse Lichtkraft bei kurzer Exposition angestrebt.

Die einfachste Form eines im Innern des Objectives zwischen den Linsen angebrachten Momentverschlusses zeigt Fig. 234 und 235. *B* ist das Objectiv, *C* die Oeffnung zum Einsetzen der Blenden. Unmittelbar dahinter ist ein Einschnitt in die Messingfassung gemacht, in welcher das Fallbrett *A* gleitet oder durch die Gummischnur *FE* gezogen wird. Der Vorsprung *D* hindert das Herausfallen des Fallbrettes nach oben.

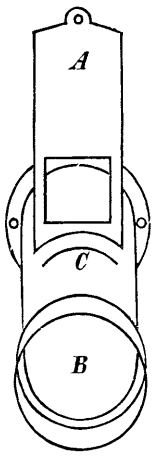


Fig. 234.

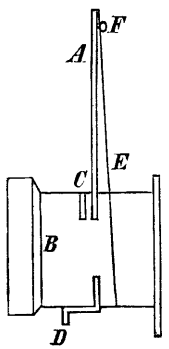


Fig. 235.

Fall-Apparat im Innern des Objectives.

Fig. 236 zeigt die Construction eines Guillotineverschlusses (aus Metall), welcher zwischen den Linsen eines Aplanaten angebracht ist. *G* ist der Metallschieber, mit der rechteckigen Oeffnung *O*; *D* sind die Blenden. Bei *PG* erfolgt die pneumatische Auslösung des Verschlusses, dessen Anprall ans Objectiv durch eine Gummischnur *R* gemildert wird.

Bei einfachen Landschaftslinsen lässt sich ein Guillotineverschluss leicht nächst der Blende in der in Fig. 237 angegebenen Weise anbringen; ein durchlochtes Blech wird mit einem Gummibande niedergezogen. Die Auslösung erfolgt durch einen Druck an dem Sperrhaken. Solche Verschlüsse sind bei billigen Apparaten häufig in Verwendung.

Der Guillotine-Momentverschluss hat viele Constructionsänderungen erfahren, wovon wir einige mittheilen:

Jamin (Bull. Soc. franç. 1862. S. 232) bewegte den Guillotineverschluss mittels eines Gewichtes von unten nach oben. Detaille (Bull. Assoc. Belge de phot. 1887. S. 522) beschleunigte die Geschwindigkeit durch ein aus verschiedener Höhe herabfallendes Gewicht. Humbert de Molard (Bull. Soc. franç. de phot 1862 S. 182) brachte einen Vorhang mit einer Spalte an, welcher ähnlich wie ein Roll-Vorhang bei Wagenfenstern sich rasch aufrollte und eine Spalte vor dem Objectiv vorbeigleiten liess; Edwards (ibid. 1885. S. 203), Jonte und Simonoff (ibid. 1881), sowie Braun in Berlin construirten ähnliche Roll-Verschlüsse, welche jedoch rascher unbrauchbar werden als das gewöhnliche Fallbrett.

1) Horn's Phot. Journal. Bd. 17, S. 59.

Eine gute neue Form des Spalt-Rollverschlusses ist der Thornton-Pickard'sche regulirbare Verschluss, welcher vorne an das Objectiv angesetzt und durch Anziehen an einer Schnur gespannt wird; derselbe ist seit mehreren Jahren in England sehr beliebt (vergl. auch Seite 316).

Die Fig. 238, 239, 240 zeigen einige derartige andere Verschlüsse. Um bei Landschafts-Aufnahmen den Himmel kürzer als den Vordergrund zu exponiren, gab Mason (Phot. News. 1879. S. 58) der Oeff-

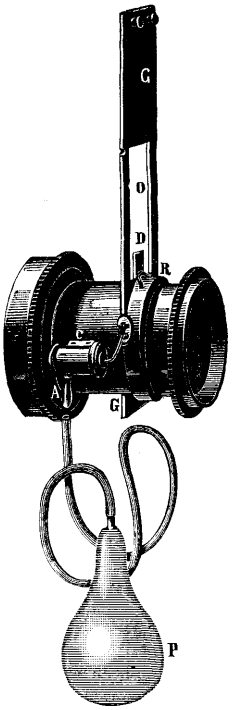


Fig. 236.

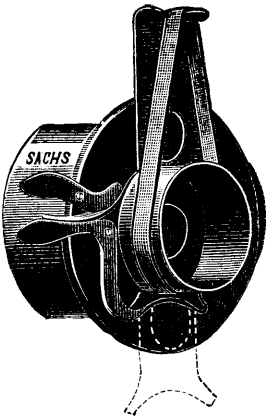


Fig. 237.

Fig. 238.

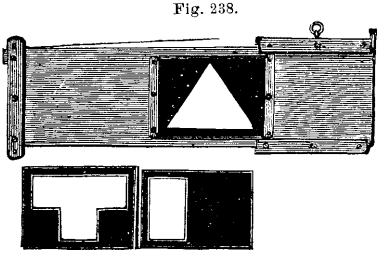


Fig. 239. Fig. 240.

Mason's Verschluss.

nung des Brettes die Form von Fig. 238 oder 239; auch eine rechteckige Oeffnung (Fig. 240) konnte eingeschaltet werden.

II. Momentverschlüsse, bei welchen sich zwei Schieber in entgegengesetzter Richtung bewegen.

Wenn man zwei durchlochte Brettchen in entgegengesetzter Richtung beim Objectiv vorbeibewegt, so wird die Belichtungszeit kürzer, als wenn man bloss ein einzelnes Brett mit derselben Geschwindigkeit vorübergehen lässt.

Fig. 241 gibt eine Ansicht des alten Verschlusses von Mann[1]) und Fig. 242 einen Durchschnitt, damit das Princip desselben klar werde[2]).

In einem Holzrahmen befinden sich zwei kreisförmige Oeffnungen, *M*, *N*, welche auf die Objective passen. Zwei Brettchen *AB*, *DC* sind mit viereckigen Ausschnitten von gleicher Grösse versehen; ein Faden *pp'*

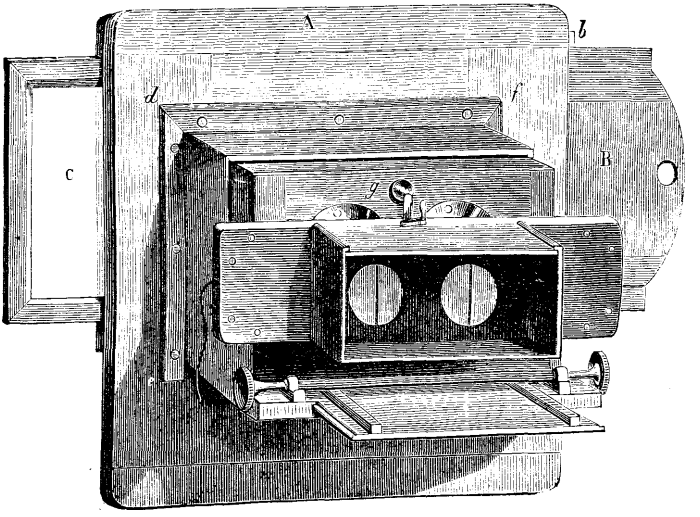


Fig. 241. Momentan-Verschluss von Mann.

verbindet diese beiden Brettchen mit einander; das untere Brettchen *D* hat einen Faden *p''*, an dem man von aussen dergestalt zieht, dass das Brettchen *AB* gegen die Wand *p''* und das untere Brettchen gegen die Wand *p* fährt. Dann sind die Oeffnungen *M* und *N* verschlossen.

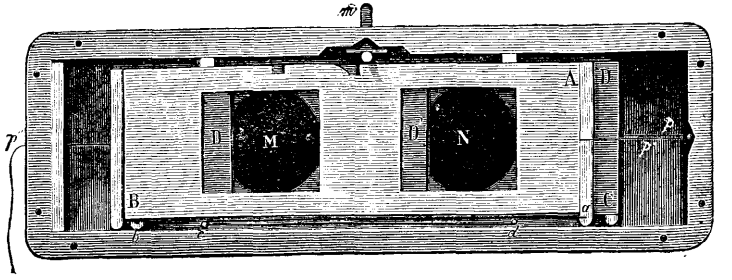


Fig. 242. Momentan-Verschluss von Mann.

Es bedarf einer gewissen Anstrengung, die Brettchen in diese Lage zu bringen, weil ein Kautschukfaden *ac db*, welcher die Stelle einer

1) In einer Patentbeschreibung Mann's vom 3. April 1862 für England erwähnt (Abridgments of Specifications relating to Photography. 1872. S. 45).

2) Buehler, Apparat des Photographen.

Feder vertritt, sie eine ganz entgegengesetzte Richtung zu bringen sucht. Dieser Faden ist in Fig. 243 abgesondert dargestellt.

Ein Schnäpper (m) mit sehr schwacher Feder hält die beiden Brettchen fest, wenn man den Faden p'' gezogen hat. Sobald man auf den Schnäpper m leicht drückt, laufen die beiden Brettchen, vom Kautschukfaden gezogen, beide in entgegengesetzter Richtung so rasch auseinander, dass wir die Dauer der Aufnahme nicht höher als $^1/_7$ Secunde veranschlagen können.

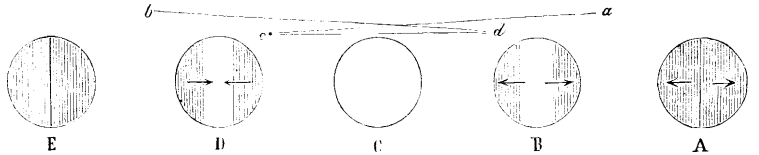


Fig. 243. Momentan-Verschluss von Mann.

Fig. 243 zeigt den Hergang in Bezug auf eine Oeffnung. In *A* sehen wir den Apparat geschlossen, in *B* die beiden Brettchen, wie sie zuerst die Mitte, dann die Ränder des Objectives bedecken; in *C* ist der Apparat geöffnet; in *D* wird die Oeffnung durch die beiden Brettchen vom Rande aus nach dem Centrum hin verschlossen; *E* zeigt den Apparat geschlossen und ausser Thätigkeit.

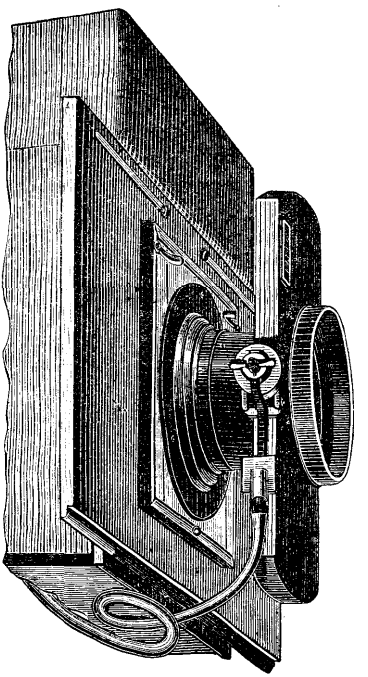


Fig. 244. Thury-Amey's Momentverschluss.

Sehr gute Momentverschlüsse mit Doppelschieber fertigen Thury und Amey in Genf (seit 1884) an (siehe Fig. 244, 245 und 246). Der Momentverschluss wird anstatt der Blenden zwischen den beiden Linsen des Objectives angebracht und besteht aus zwei in entgegengesetzter Richtung parallel laufenden Metallschiebern, wovon jeder mit einer kreisförmigen Oeffnung versehen ist. Das Oeffnen und Schliessen des Objectives erfolgt vom Centrum aus, und der Mechanismus, welcher durch eine aussen angebrachte Flügelschraube in starke Federspannung versetzt werden kann, wird pneumatisch ausgelöst. Mit den mittleren Grössen dieses Verschlusses erhält man $^1/_{50}$ bis $^1/_{100}$, bei kleineren $^1/_{200}$ Secunde Expositionszeit als Minimum. Durch eine Schraube *d*,

deren Kopf an der Peripherie mit Zahlen von 0—10 versehen ist und die auf ein seitlich angebrachtes Stahlband beim Anziehen derselben mehr oder weniger hemmend auf das Zahnrädchen *b* wirkt, wird die Schnelligkeit des Verschlusses regulirt. So kann die Exposition bis ungefähr 2 Secunden verlängert werden. *a a* sind Zahnstangen, an den Schiebern befestigt, die durch das Zahnrädchen *b* und die Flügelschraube in entgegengesetzter Richtung gespannt werden. Die Blenden werden durch Anwendung des Verschlusses unnöthig, wenngleich sie auch ohne Ausschaltung desselben eingefügt werden können. Das Objectiv lässt sich auch ohne Verschluss mit den Blenden allein verwenden, da durch das Anpassen desselben die ursprüngliche Objectivfassung nicht verändert wird. Der Verschluss functionirt in allen Lagen, und da er überall gleich schwer ist, verursacht er keine Erschütterung. Wegen der Einfachheit seiner Construction,

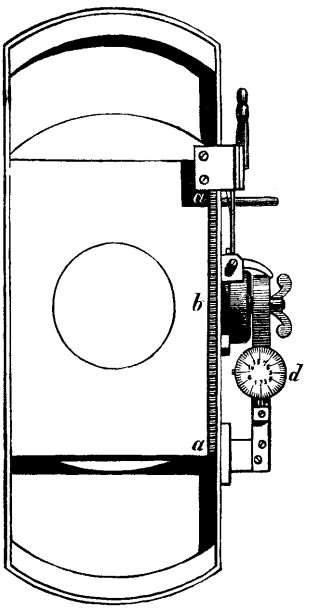


Fig. 245.

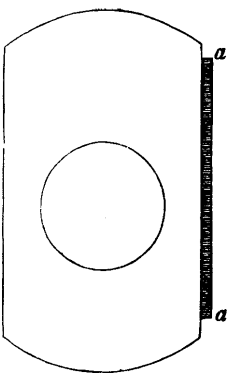


Fig. 246.

sowie wegen seines geringen Volumens ist er sehr leicht zu handhaben. Da jedoch der Verschluss jedem Objectiv angepasst werden muss, so ist es nothwendig, dass es dem Fabrikanten eingesendet wird.

Den Thury-Amey'schen Verschluss verbesserte Pritschow und Dr. Steinheil in München erzeugt diesen ausgezeichneten, regulirbaren Verschluss seit 1888 unter dem Namen „Universal-Objectivverschluss".

Er wird vor dem Objective oder auch zwischen den Linsen angebracht und beruht (ebenso wie der Thury-Amey-Verschluss) auf dem Principe zweier aneinander in entgegengesetzter Richtung vorüber-

gehender Metallplatten, welche in der Mitte eine der Objectivgrösse entsprechende Oeffnung besitzen. Fig. 247 zeigt die Abbildung des Apparates.

Handhabung. Durch Drehen des randrirten Kopfes *a* um 90 Grad ist der Verschluss actionsbereit. Durch Drücken auf den Gummiball wird er ausgelöst. Die Schraube *b* dient zur Regulirung der Schnelligkeit und trägt zu deren genauerer Beurtheilung eine Theilung, deren Werthe jedoch in keinem Verhältnisse zu einander stehen. Soll auf zwei Tempo exponirt werden, so klemmt man ziemlich stark und drückt kurz auf den Ball, wodurch der Verschluss sich langsam öffnet und so lange offen stehen bleibt, bis ein weiterer Druck auf denselben erfolgt. Bei langsamer Exposition auf ein Tempo muss der Druck auf den Gummiball so lange andauern als die Exposition.

Um den Verschluss behufs Einstellung des Bildes zu öffnen, dreht man den Kopf *a* nur um 45 Grad.

Es ist nothwendig, dass zum Anpassen des Verschlusses die Objective eingesendet werden.

Der Momentverschluss verursacht keine schädlichen Erschütterungen und gibt eine Belichtungsdauer von einigen Secunden bis $^1/_{200}$ Secunde.

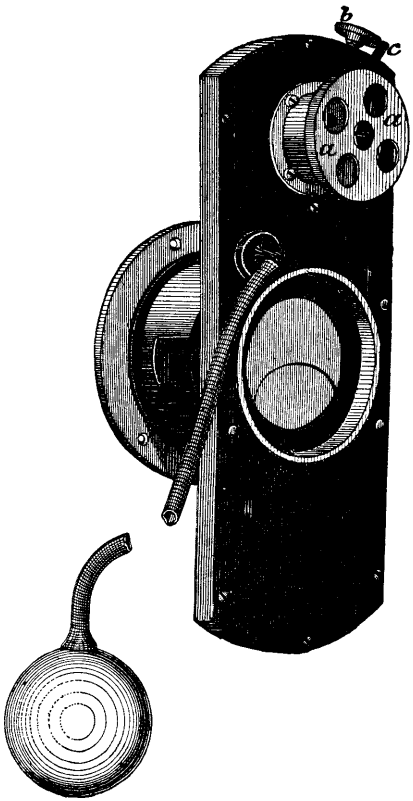


Fig. 247. Pritschow-Steinheil's Momentverschluss.

Im Nachstehenden ist die Construction des Pritschow-Steinheil'schen „Universal-Objectiv-Verschlusses" beschrieben. Auf der Grundplatte *A* (Fig. 247a u. 247b) befinden sich 4 Führungen *b*, in denen sich die 2 dünnen Stahlplatten *c* und *c'* entgegengesetzt auf und ab bewegen; letztere (*c* und *c'*) sind mittels 2 Aermchen *d* und *d'* mit dem doppelarmigen Hebel *e* verbunden, der auf der Achse *f* befestigt ist. An der Achse ist eine Spiralfeder *g* eingehängt, welche von dem Federhaus *h* geschützt wird; auf der Achse *f* befindet sich der randrirte Knopf *i*, welcher, wenn man ihn um 90 Grad dreht, veranlasst, dass der Auslöser *k* in den einen der zwei Zähne des doppelarmigen Hebels *e* eingreift und der Verschluss ist aktionsfähig. Um den Verschluss behufs Einstellung des Bildes zu öffnen, dreht man den Knopf *i* nur um 45 Grad; im Schlauchstück *l* befindet sich ein luftdichtes Gummiplättchen.

Drückt man nun auf die Gummibirne, so wird der Auslöser *k* aus dem Zahne des doppelarmigen Hebels *e* gehoben und der Verschluss geht los. Soll der Verschluss gebremst werden, so schraubt man die Schraube *m* hinein; dieselbe drückt die zweitheilige Bremse *n* und *n'* gegen den unteren Theil des doppelarmigen Stahlhebels und der Verschluss geht langsam. Der Drücker *o* ist eine Auslösung mit der Hand; der ganze Mechanismus ist durch eine leichte Messingkapsel *p* geschützt.

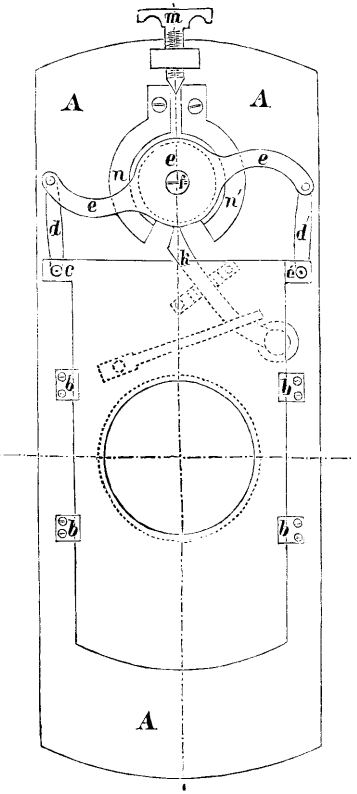


Fig. 247 a.

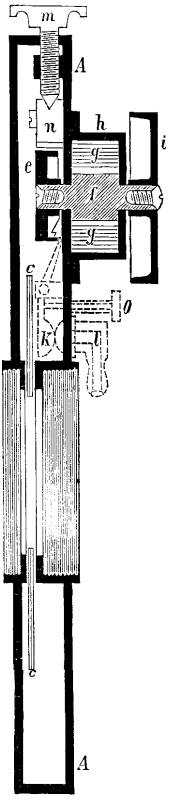


Fig. 247 b.

Pritschow-Steinheil's Momentverschluss.

Ein sehr einfacher Zeit- und Augenblicks-Verschluss wurde im Jahre 1890 von Frankreich aus unter dem Namen „Automatique" in den Handel gebracht[1]) [Fig. 248]. Er beruht gleichfalls auf dem Princip der Doppelschieber und besitzt einen sehr einfachen Mechanismus. Er ist immer gespannt, d. h. ein Druck auf die Birne genügt, um eine Aufnahme zu machen. Dies ist beim Gebrauch von Rollcassetten und auch bei Geheim-Cameras von hohem Werth, weil man die lichtempfindliche Schicht nach jedesmaliger Aufnahme nicht zu verdecken

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1891. S. 402. — Eine etwas geänderte verbesserte Form des „Automatique" erzeugt die Firma Lechner in Wien (1891).

braucht. Je stärker und kürzer man auf die Birne drückt, desto schneller arbeitet er.

Um Zeitaufnahmen zu fertigen, zieht man den (in der Fig. 248 sichtbaren) Stift heraus, drückt auf die Birne, wodurch der Verschluss geöffnet wird; belichtet nun die nöthige Zeit und schliesst ihn wieder pneumatisch.

Der Momentverschluss „Automatique" ist dauerhaft und billig; die Geschwindigkeit ist jedoch geringer als beim Steinheil'schen oder Thury-Amey'schen Verschluss, nämlich höchstens circa $^1/_{30}$ Secunde.

Die Fig. 248 zeigt eine Seitenansicht des Verschlusses. Zwei dünne Metallplatten PP' sind an einer Seite rechtwinkelig aufgebogen; auf den Aufbiegungen sind zwei Zahnstangen CC' befestigt, welche in das Zahnrad A eingreifen. Wird dieses gedreht, so bewegt sich eine Platte nach aufwärts, die andere nach abwärts. Diese Bewegung wird (Fig. 250) auf folgende Weise bewirkt:

In einem Röhrchen T gleitet mit sanfter Reibung ein kleiner Kolben M innerhalb der Strecke AB. Am Ende seiner Aufwärtsbewegung wird er durch die verticale Platte HH aufgehalten. Das Röhrchen TT ist, von B angefangen, nach aufwärts so eingeschnitten, dass es nur mehr einen halben Cylinder bildet.

Die Platte HH hat einen Ansatz dd, welcher zur Führung der Kolbenstange Y dient. Diese ist an ihrem unteren Ende mittels Kugelgelenkes y an dem Kolben M befestigt und endigt oben in einem Knopfe f, welcher bei der Bewegung des Kolbens M abwechselnd auf das untere Ende der Zahnstangen CC' (Fig. 249) wirkt.

Drückt man auf eine Kautschukbirne, deren Schlauch am unteren Ansatze des Röhrchens T aufgesteckt wird, so wird der Kolben M und mit ihm die Kolbenstange Y nach vorwärts getrieben, welch' letztere eine der Zahnstangen (C) und durch Uebertragung mittels des Zahnrades A auch die andere (C) in Bewegung setzen wird. Hört man mit dem Drucke auf, so rückt der Kolben M durch Einwirkung des äusseren Atmosphärendruckes von selbst herab.

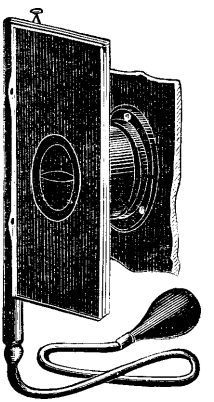


Fig. 248. Automatique.

Auf diese Besonderheit gründet sich das Selbstaufziehen des Verschlusses.

In Fig. 251 ist ein Schnitt durch den Verschluss dargestellt, mit Auslassung des unteren Theiles des Röhrchens T (Fig. 250). OO sind die Wände des Verschlusses, CC' die Zahnstangen sammt dem daran befestigten Verschlussschieber PP', A das Zahnrad, Y die Kolbenstange mit der knopfförmigen Spitze f, RR' zwei schwache Federn, welche auf die Kolbenstange Y einwirken. Wird durch Druck auf die Kautschukbirne die Kolbenstange nach aufwärts gedrückt, so wird sie, da die Feder R etwas kräftiger ist als jene R', von der in der Fig. 251 bezeichneten Stellung sich fortbewegen und auf die Zahnstange C' wirken. Ist diese in die Stellung ab gelangt, so wird die Zahnstange C in die Stellung cd herabgekommen sein, hierbei aber die Feder R von der Kolbenstange weggedrückt haben. Diese dem Drucke der Feder R' folgend, wird in dem Masse, als sie nach Einstellung des Druckes auf die Kautschukbirne herabsinkt, auf die andere Seite umgelegt werden und so unter die Zahnstange C gelangen.

Hierdurch ist der Verschluss wieder gespannt und ein Druck auf den Kolben löst ihn wieder aus und legt gleichzeitig die Kolbenstange auf die entgegengesetzte

Seite um (wie in Fig. 251). Bei jedem Drucke auf den Ballon wiederholt sich das Spiel von Neuem, ohne dass es nöthig wäre, den Verschluss eigens immer wieder aufzuziehen.

Für Zeitaufnahmen muss der Schieber P sich zuerst in der Stellung $c\,d$ befinden. (Die Stellung der zwei Schieber $P\,P'$ und der Stange Y umgekehrt als in Fig. 251). Hierauf wird mittels des Knopfes N ein Ansatz G vorgeschoben.

Wird nun durch Druck auf die Gummibirne die Bewegung des Verschlusses veranlasst, so steigt der Schieber P soweit hinauf, bis sein oberer Rand an den Vorsprung G anstosst. In dieser Stellung liegen beide Schieber mit ihren Oeffnungen gerade einander gegenüber und werden so lange festgehalten, als man auf die Kautschukbirne drückt. Nach beendeter Belichtung hört man mit dem Drucke auf, wodurch die Kolbenstange Y augenblicklich herabsinkt, und, weil die Feder R etwas kräftiger als R' ist, gleichzeitig unter die Zahnstange C' gedrückt wird.

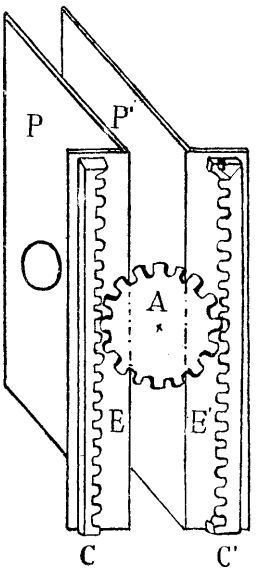


Fig. 249.

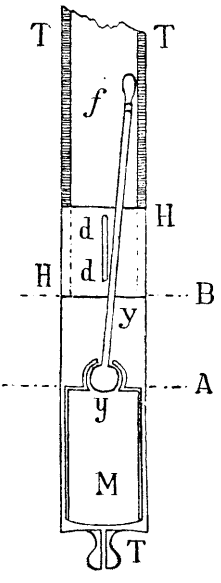


Fig. 250.

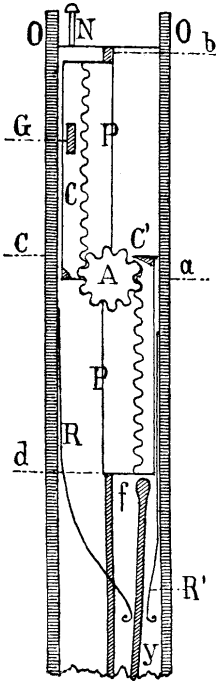


Fig. 251.

Einen älteren Apparat mit Doppelschieber zeigt Fig. 252. Er war von Hockin angegeben[1]). Ein Grundbrett (Fig. 252) ist mit zwei Kappen versehen, mittels welcher es an die Objective befestigt wird. An der Vorderseite sind Messingfugen $G\,G$ geschraubt, innerhalb deren zwei Messingplatten glatt übereinander laufen. Beide Platten sind mit zwei rhombenförmigen Oeffnungen versehen, welche so gerichtet sind, dass sie in zwei Stellungen übereinander fallen, so dass die Oeffnungen der Linsen geschlossen werden, während bei einer Zwischenstellung die Oeffnungen vollkommen frei sind. An der rechten Seite des Brettes dreht sich eine gefugte Scheibe um einen Stift, welcher zwischen den Enden der beiden Platten durchgeht. An dem Ende einer jeden Platte befindet sich ein Einschnitt, in welchen ein am Rande der Scheibe

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. S. 71.

befestigter Stift PP' passt; der eine Stift P ruht am Grunde des Einschnittes, der andere P' an der Spitze des Einschnittes der unteren Platte. An der linken Seite des Brettes ist eine Gummischnur durch eine Klemmschraube C befestigt, das andere Ende ist an den Rand der Scheibe bei C geklemmt. An der rechten Seite der Scheibe befindet sich ein Griff (H). Der Apparat wird gerichtet, indem man die Scheibe herumdreht, bis der Griff die mit dem punktirten H bezeichnete Stelle einnimmt.

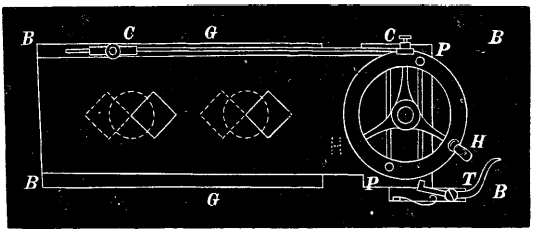


Fig. 252. Hockin's Verschluss.

Dadurch wird die elastische Schnur um den Rand der gefugten Scheibe gespannt. Sowie das Rad sich dreht, drücken die in die Einschnitte greifenden Stifte PP die beiden Platten auseinänder, so dass die rhombenförmigen Oeffnungen die Seiten wechseln; aber sie fallen wieder übereinander, so dass sie die Linsen bedecken. Die

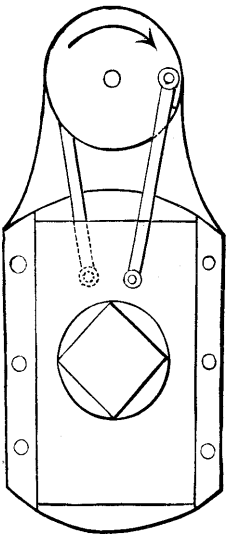


Fig. 253.

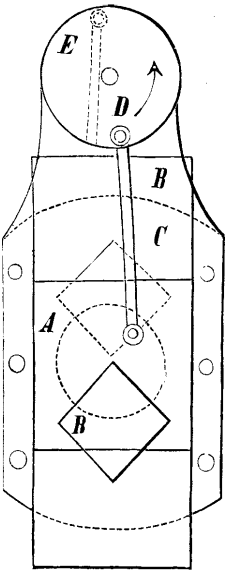


Fig. 254.
Noton's Verschluss.

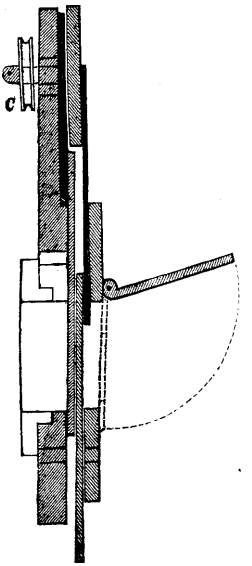


Fig. 255.

Scheibe wird dann durch eine in einer Kerbe an ihrem Rande passende Druckfeder in dieser Stellung festgehalten. Lässt man die Feder los, so wirkt die Gummischnur und treibt die Scheibe in ihre ursprüngliche Stellung zurück. Während nun die beiden Platten wieder übereinander gleiten, fallen durch die verkehrte Wirkung der Stifte in den Einschnitten die rhombenförmigen Oeffnungen für einen Augenblick mit den Oeffnungen der Linsen zusammen und auf diese Art erhält man die momentane Exposition.

Noton's Verschluss ist folgendermassen eingerichtet[1]):

Fig. 253 zeigt den Verschluss geöffnet, Fig. 254 nach beendigter Exposition (geschlossen), Fig 255 zeigt denselben Verschluss von der Seitenansicht, versehen mit einer Klappe (oder Schutz gegen direct einfallendes Sonnenlicht), welche sofort nach beendigter Exposition geschlossen wird und Schutz gegen ein zufälliges Oeffnen des eigentlichen Momentverschlusses bietet. — Die Verschlussplatten *A* und *B* sind jede für sich durch Verbindungsstäbe (*D*) an der runden Scheibe *E* befestigt, die eine vorn, die andere hinten (Fig. 254). Die Scheibe ist an der Rolle *G* mittels einer Achse befestigt und wird mittels einer Spiralfeder oder eines Gummibandes in Rotation gebracht[2]). Sobald diese sich dreht, gleiten die beiden Schieber aneinander vorüber. [Die in Fig. 255 abgebildete Form der Oeffnung der Doppelschieber ist ungünstiger als die runde Form, weil bei ersterer der Plattenrand kürzer belichtet wird, als bei letzterer.]

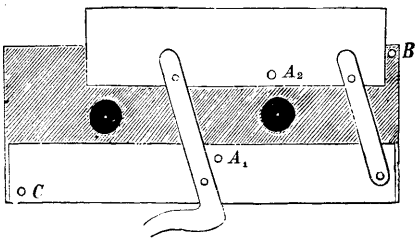


Fig. 256. Penny's Verschluss.

Anhang.

Ein anderer Schieberverschluss ist jener, bei welchem ein nicht durchlochter, diagonal beweglicher Schieber sich mittels zweier Hebel-

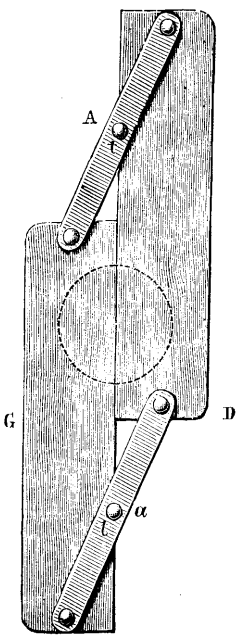


Fig. 257.

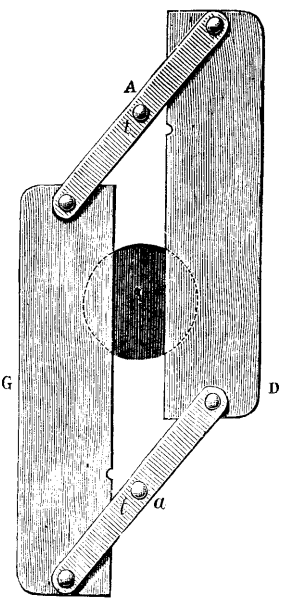


Fig. 258.

1) Phot. News. 1879. S. 567.

2) Die Auslösung geschieht mittels eines Hakens, wie bei allen anderen hier beschriebenen Apparaten.

arme vor der Objectivöffnung auf und ab bewegt. Der ursprüngliche Typus ist der Penny'sche Verschluss mit einem beweglichen Schieber, aus welchem sich der Calame'sche Verschluss wie zwei derartigen Schiebern entwickelte.

Primitiv war Penny's Verschluss, welcher aus zwei Platten besteht (Fig. 256). Die Platte A_2 konnte durch den Hebel rasch gehoben und gesenkt werden. Durch Gummischnüre, welche bei A_1, A_2 oder C befestigt waren, wurde die Bewegung beschleunigt [1]).

Calame (Bull. Soc. franç. Phot. 1885. S. 210) verbesserte Penny's Construction, indem er zwei Platten $G\,D$ um gemeinschaftliche Achsen $A\,a$ drehen liess, wie Fig. 257 und 258 ersichtlich macht.

III. Der unmittelbar vor der Platte vorübergleitende Spalt.

Den unmittelbar vor der Platte vorübergleitenden Spalt hatte bereits Farmer im Jahre 1882 beschrieben [2]). Hierbei rollt sich quer im Apparate ein Stück mit Guttapercha undurchsichtig gemachter Ripsseide vorüber, in der der Schlitz senkrecht ausgeschnitten ist; seine Wände sind durch Drähte steif gemacht und es können verschiedene schlitzförmige Einsätze gemacht werden, um beispielsweise den Himmel kürzer zu exponiren und den Schlitz verschieden breit zu machen. Der seidene Stoff rollt sich von einer senkrechten Rolle links ab und auf einer anderen, die durch eine Feder gespannt wird, rechts auf.

[Aehnliche Einrichtungen haben die Roll-Momentverschlüsse, welche vor dem Objective angebracht werden und bereits auf Seite 306 und 307 erwähnt wurden.]

Da dieser Verschluss (bei guter Ausführung) die kürzesten Belichtungszeiten bei bester Ausnützung der Helligkeit des Objectives gibt, so wurde er von dem berühmten Moment-Photographen O. Anschütz in Lissa (Posen) zu seinen Augenblicksaufnahmen verwendet. Auch der von C. P. Goerz in Berlin-Schöneberg in den Handel gebrachte Anschütz'sche Apparat ist mit einem solchen Verschluss ausgerüstet.

Der Anschütz'sche Momentverschluss [3]) wird gebildet durch eine mit einem Spalt versehene Jalousie, welche direct an der Platte vorbeigleitet. Der Spalt ist enger und weiter zu stellen und hierdurch sind die Belichtungszeiten genau zu reguliren. Ist z. B. der Schlitz einmal 2 cm weit, so ist klar, dass, wenn derselbe auf 2 mm verengert wird, die Expositionszeit genau 10 mal kürzer wird. — Hierdurch sind Belichtungszeiten bis $^1/_{1000}$ Secunde möglich, wie sie z. B. zur Aufnahme

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. S. 119.

2) Brit. Journ. of Phot. 1882. S. 302. Phot. Wochenbl. 1882. S. 302.

3) S. Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1891. S. 393.

von Pferden in der Carrière oder im Sprunge erforderlich sind. Alle Hemmvorrichtungen, wie sie bei allen anderen Constructionen von Momentverschlüssen angewendet werden, können nicht im Entferntesten eine solche Verschiedenheit der Belichtung bewirken.

Das Verstellen des Spaltes des Momentverschlusses ist auf folgende sehr einfache Weise zu bewirken:

Man ziehe die Faltenjalousie vermittelst der Schnur bis zur Mitte in die Höhe und halte sie in dieser Stellung fest, indem man die Schnur in die Gabel legt. Durch Drehen der Knöpfe kann man dann den Spalt beliebig enger oder weiter stellen. Um die beiden Schienen des Schlitzes genau parallel stellen zu können, was von Wichtigkeit ist, sind seitlich Theilstriche angebracht. Die Breite des Spaltes ist abhängig von der Beleuchtung des aufzunehmenden Gegenstandes und es ist nicht möglich, hierüber genaue Daten anzugeben. Die eigene Erfahrung muss hier das richtige Mass lehren. Bei Aufnahmen sehr schneller Bewegungen nehme man den betreffenden Gegenstand nie zu gross auf, einen Reiter z. B. vom Kopfe desselben bis zum Fussboden nur 2 cm. Der Spalt ist hierfür ca. $^1/_2$ cm gross zu stellen.

Bei Strassenaufnahmen, bei guter Beleuchtung im Sommer, nimmt man bei voller Oeffnung des Objectives den Spalt circa $1^1/_2$ cm breit.

Bei guter Beleuchtung (Sonnenschein im Sommer) und nicht zu schneller Bewegung der Objecte, kann man durch Verengung der Blende eine grössere Schärfe, nach dem Rande zu, erzielen.

Die eigenthümliche Einrichtung des Anschütz'schen Momentverschlusses geht aus der Patentschrift (D. R.-P. 49919, gilt vom 27. Nov. 1888 ab) hervor.

Mit Hilfe der Fig. 259 lässt sich das Wesentliche der Einrichtung am einfachsten beschreiben. a ist eine Gummischnur, welche bei a^1 befestigt, andererseits um die losen Rollen $b\,b^1$ läuft. Eine solche Schnur ist oben und unten in der Camera angebracht. Bei c erfassen die beiden Schnüre die lichtdichte Jalousie $d\,d$, welche über die beweglichen Rollen $e\,e^1$ bezw. auf e^1 aufgewickelt werden kann. Die Jalousie an sich besteht aus zwei Theilen d und d^1, die durch eine feste Schnur f in der Weise zusammengehalten werden, dass die Befestigung am Obertheil von d^1 bei f^1 (Fig. 260) geschieht und eine Durchleitung der Schnur mittels der Oesen $f^2\,f^2\,f^2$ ein Nachziehen derselben, das ist eine Verlängerung oder Verkürzung gestattet. Das bewegliche Ende dieser Schnur hält eine federnde Klammer f^3, die auf einer kleinen Zahnleiste, Fig. 260, welche sich auf d^1 befindet, gleitend eingesetzt werden kann.

Durch Zug an dieser Schnur und Arretirung mittels f^3 kann sonach der Schlitz in der Jalousie verengt oder erweitert und damit die Expositionszeit nach Bedarf verändert werden.

Mit dem Umstand, dass die Jalousie mit diesem Schlitz in nächster Nähe des lichtempfindlichen Präparates vorübergeht, ist der Einwirkung von zerstreuten Lichtstrahlen auf die lichtempfindliche Platte vorgebeugt, aber jeder Theil der Platte während der Expositionszeit von den durch das Objectiv eintretenden directen Lichtstrahlen getroffen.

An der Rolle e^1, Fig. 259, die wie die übrigen Rollen an beiden Enden der Camera gelagert ist, befindet sich unten ein gezahntes Rädchen g, in welches eine Klinke h sperrend eingreift.

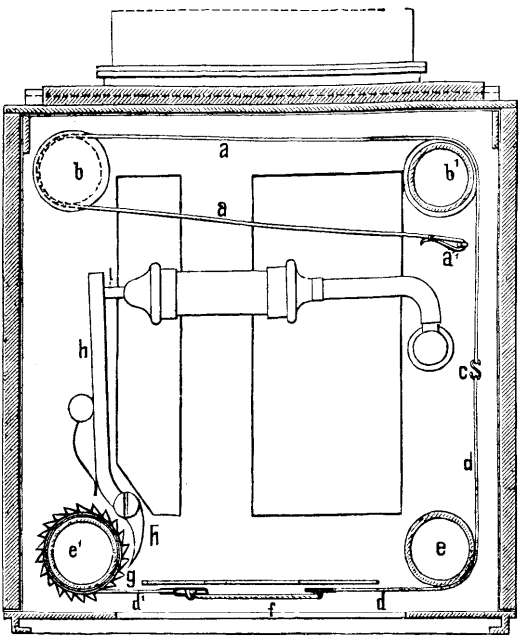


Fig. 259. Anschütz's Momentverschluss.

Man kann somit die Jalousie mit dem ganzen Theil d^1 und die Schnur f, welche die Jalousietheile zusammenhält, auf die Rolle e^1 aufwickeln durch Drehen der Handhabe i, Fig. 260. In diesem Falle spannt sich die elastische Schnur a und der rechtsseitige Theil der Jalousie d verschliesst lichtdicht die Camera zwischen den Rollen e und e^1, während die Auslösung der Klinke h die elastische Schnur a zur Wirkung kommen lässt und ein Zurückschnellen der Jalousie d sammt dem Schlitz bewirkt, so dass während dessen durch den Schlitz eine Exposition erfolgt.

Für die Auslösung der Klinke h ist in dem durch Zeichnung dargestellten Apparat die bekannte pneumatische Art gewählt, und genügt ein leichter Druck auf den Gummiballon h, um die kleine Kolbenstange l, Fig. 259, wider die hebelförmige Klinke h drücken zu können.

Die Bewegung der Jalousie kann selbstverständlich auf die verschiedensten Arten und z. B. auch dadurch geschehen, dass man am Boden von e eine Uhrfeder einkapselt und ein Aufrollen des zeitweilig nicht benutzten Theiles der Jalousie, das ist d auf e, verstattet. Ebenso

kann die Sperrvorrichtung an e^1 auf andere bekannte Weise ausgelöst werden, es ist aber die beschriebene Form gewählt, weil sie ein Aufwickeln der gesammten Jalousie, das ist des Theiles d^1, der Schnur f und des Theiles d auf e^1, zulässt, und in solchem Falle alsdann die volle Grösse der lichtempfindlichen Platte in der üblichen Weise auf einmal exponirt werden kann. Damit wird die Camera für alle Zwecke der photographischen Aufnahme im Atelier etc. ohne Veränderung oder Demontirung irgendwelcher Theile brauchbar.

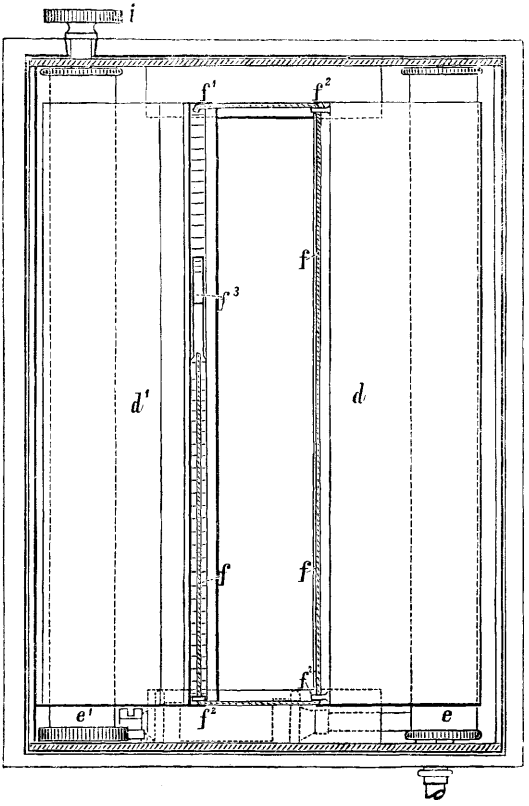


Fig. 260. Anschütz's Momentverschluss.

Die Auslösung des Anschütz'schen Momentverschlusses erfolgt bei den gewöhnlichen Momentcameras durch Druck auf einen Schnäpper. Selbstverständlich kann sie auch pneumatisch oder mittels Elektricität erfolgen. Es wäre wohl auch möglich, die bestehenden Momentverschlüsse durch elektromagnetische Kraft (also ganz ohne Pneumatik) direct zum Auslösen zu bringen; weil jedoch hierbei ein ziemlich grosser Widerstand zu überwinden ist, so müssten derartige Einrichtungen mit starken Batterien und kräftigen Elektromagneten ausgestattet sein und würden dadurch sehr schwerfällig werden. Oberlieut. David[1]) wählt daher für seine Versuche jenen Weg, bei welchem ein Zwischenapparat elektrisch erregt und hierdurch der Verschluss pneumatisch zur Auslösung gebracht wird. Für die elektrische Erregung genügt ein Chromsäure-Element.

Dieser Apparat, welcher von Thury und Amey in Genf construirt wurde, ist in Fig. 261 dargestellt und folgendermassen beschaffen:

UU ist ein Unterlagsbrettchen, auf welchem ein durch die Lamelle L verbundener und versteifter Elektromagnet E montirt wird. Die Klemmen K vermitteln den Strom eines Chromsäure-Elementes, welcher durch die Drahtwindungen des Elektro-

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1891. S. 63

magneten bei Stromschluss circulirt. *C* ist ein hohler, innen glatter Messingcylinder, in welchem sich eine Kolbenstange mit dem Kolben *K* bequem hin und her bewegen lässt. Die Stange ist nebstdem noch mit einer kräftigen Spiralfeder *F* umgeben. Der Anker *A* wird durch die leicht gebogene und schwache Feder *F* bei offenem Strom

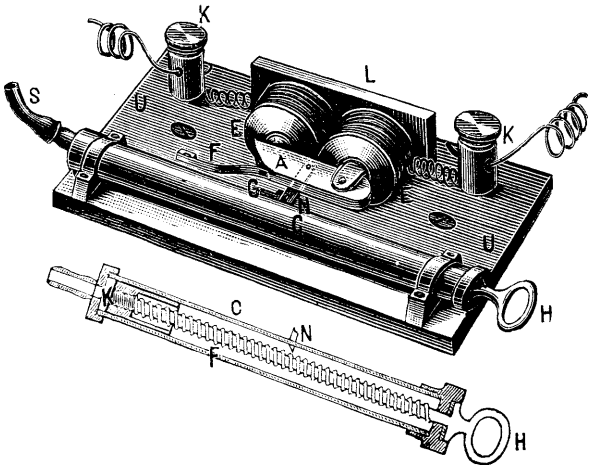


Fig. 261. Elektrische Auslösung des Momentverschlusses.

stets von den Polen des Elektromagneten fern gehalten, so dass der mit dem Anker verbundene Hebel resp. dessen Nase *N* durch eine Ausnehmung im Cylinder immer in diesen ein Stückchen hineinragt. *G* ist ein Grenzstift, welcher das übermässige Zurücktreten des Ankers verhindert.

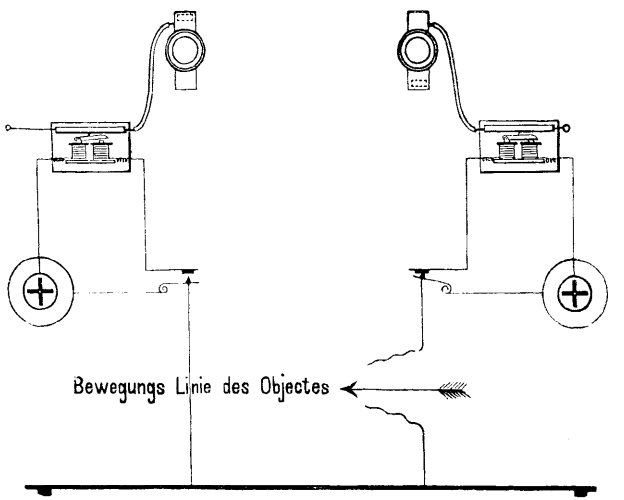


Fig. 262. Elektrische Auslösung des Momentverschlusses.

Wird nun der Kolben des Cylinders vermittelst der Handhabe *H* herausgezogen, so muss er hinter der Nase *N* einschnappen und wird in dieser gespannten Stellung verharren. Schliesst man jetzt den Stromkreis, so wird der Anker *A* vom Elektromagnet *E* angezogen und mit ihm die Nase *N* aus dem Cylinder zurückgezogen.

Dadnrch schnellt der Kolben mit Vehemenz zurück und veranlasst eine Luftcompression, welche vermittelst des Schlauches *S* die Auslösung des Momentverschlusses bewirkt.

In Fig. 262 ist die Einschaltung und Gebrauchsweise zweier solcher elektrischen Zwischenapparate für zwei Verschlüsse schematisch dargestellt. Hierbei wird angenommen, dass das aufzunehmende Object während seiner Fortbewegung quer über die Bahn gespannte feine Seidenfäden durchreisst und dadurch einen metallischen Contact herstellt, welcher den Stromkreis schliesst, den Anker in Bewegung setzt und somit den Momentverschluss pneumatisch auslöst.

David hat diesen elektrischen Hilfsapparat bei Aufnahmen trabender, galoppirender oder springender Pferde mit Erfolg verwendet und empfiehlt überdies für derartige Aufnahmen die bereits erwähnten Roleau-Verschlüsse mit sehr schmalem Spalt oder die kleinsten Nummern der Verschlüsse von Thury und Amey sowie von Steinheil.

IV. Die einfache rotirende Scheibe.

Das allgemeine Princip dieser bequem im Innern der Camera anzubringenden Apparate besteht in der Anordnung einer um die Achse *O* rotirenden Scheibe *A*, welche das Objectiv *B* in der in Fig. 263 angegebenen Weise verdeckt. In der Scheibe ist ein rechtwinkeliger Ausschnitt *CC* oder ein sectorförmiger *DD* angebracht.

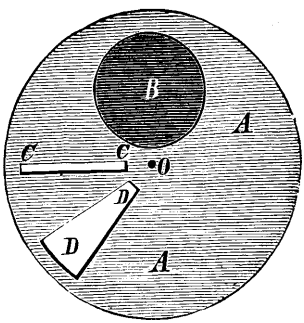


Fig. 263. Rotirender Momentverschluss.

Wird nun die Scheibe durch eine starke Feder schnell gedreht, so passirt der Schlitz das Objectiv und die Belichtung findet statt. Durch die gewählte Form des Schlitzes hat man die Möglichkeit, den unteren Theil der Platte kürzer zu belichten als den oberen, und man kann sogar die beiden dafür massgebenden Schlitzwangen verstellbar machen. Durch die Stärke der Federspannung hat man es in der Hand, die Bewegung zu beschleunigen oder zu verlangsamen. Die obige Stellung ist richtig für die Anbringung im Innern der Camera (Stolze[1]).

Diese Art der Momentverschlüsse ist sehr beliebt.

Londe legte der photographischen Gesellschaft folgende Abhandlung über Momentverschlüsse vor[2]).

Bei Construction eines Verschlussapparates ist die Configuration der Oeffnung, durch welche man das Licht eintreten lässt, durchaus nicht, wie man es glauben sollte, gleichgiltig; im Gegentheile, die Bestimmung der Gestalt und Grösse dieser Oeffnung ist von massgebendster Wichtig-

1) Phot. Corresp. 1879. S. 164. Phot. Archiv. 1880. S. 19.

2) Bull. Soc. franç. 1881. Bd. 27, S. 24. Phot. Corresp. 1881. S. 158.

keit, denn von derselben ist die Gleichheit der Exposition und die Gleichförmigkeit des Negativs abhängig. Auf diesen Umstand wurde S. 302 bezüglich der sogenannten Guillotine-Verschlüsse hingewiesen und derselbe gilt auch nach Londe's Erfahrung von den scheibenförmigen rotirenden Verschlüssen.

Bei Aufsuchung der zweckmässigsten Configuration, welche der Oeffnung gegeben werden sollte, wurde gefunden, dass die viereckige und kreisförmige Form sehr mangelhafte Resultate gibt.

In einer gegebenen Kreisscheibe (Fig. 264) zeichnet man die Halbmesser OA und OB. Dreht man z. B. die Kreisscheibe bis die Linie OA an die Stelle der Linie OB kommt, so erfolgt diese Bewegung in einer gewissen Zeit, z. B. in einer Secunde. Alle Punkte, die in der Linie OA liegen, sind gleichzeitig in Bewegung gesetzt und gleichzeitig in der Stellung der Linie OB angekommen. Sie haben Wege zurückgelegt, die im Verhältniss ihrer Entfernung vom Mittelpunkte O stets länger sind, waren aber eben dadurch gleichsam mit einer desto grösseren Kraft getrieben, da sie alle in nur einer Secunde den Weg zurücklegten. Dient nunmehr die dreieckige Oeffnung AOB zum Eintritte des Lichtes in ein Objectiv, so erscheint es klar, dass dieses in alle Theile des Apparates in genau derselben Zeit eintreten kann, d. i. in dem obigen Beispiele eine Secunde. Dies ist aber auch genau das gewünschte Resultat und hiermit entspricht auch der erwähnte Ausschnitt den Bedingungen bezüglich der Gleichförmigkeit der Exposition.

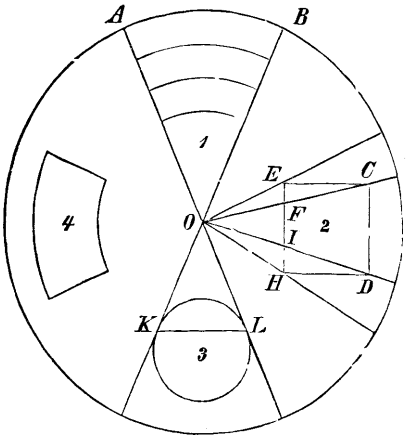


Fig. 264. Londe's Momentverschluss.

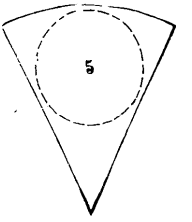


Fig. 265. Londe's Momentverschluss.

Alle Oeffnungen dieser Art könnten regelmässige Expositionen geben. Alle Kreisbögen, welche dem Umkreise parallel zwischen zwei Halbmessern angebracht sind, entsprechen offenbar der gleichen Expositionszeit. Was von diesen Kreisbögen gilt, wird auch von den Bogensehnen gelten, woraus der Schluss erlaubt ist, dass eine Oeffnung eine durchaus gleichförmige Exposition gestatten wird, bei welcher zwei Seiten zwischen

zwei Halbmessern liegen und die anderen Seiten durch die zwei Halbmesser selbst gebildet werden.

Betrachtet man, wie eine viereckige Oeffnung sich verhält und ob sie die eben angegebenen Bedingungen erfüllt, indem man dieselbe wie Bild 2 in Fig. 264 einzeichnet und die vier Halbmesser zieht, welche die Ecken des Vierecks tangiren, so sieht man sogleich, dass die Theile CD und FJ einer gleichen Exposition entsprechen, da diese Theile die Sehnen von zwei parallelen Kreisbogen zwischen zwei Halbmessern sind. Die Exposition wird sich demnach in drei Perioden theilen, während der ersten tritt das Licht durch den Theil EFC der Oeffnung ein, indem sie nicht durch den oberen Theil CD treten kann, während der zweiten Periode wird der Apparat zweckentsprechend wirken und die Exposition gleichförmig sein, während des dritten Theiles wird das Licht nicht mehr durch den Theil CD eintreten, wohl aber durch den Theil JHD; wenn demnach die Dauer der Exposition für den unteren Theil EH des Vierecks eine Secunde beträgt, wird sie für den oberen Theil nur den dritten Theil betragen.

Es erscheint überflüssig, noch weiter die Fehler dieser Form der Oeffnung zu beleuchten und muss nur noch untersucht werden, ob eine kreisförmige Oeffnung dieselben Uebelstände darbietet.

Wird eine kreisförmige Oeffnung, Bild 3 in Fig. 264, gedacht und ein am Kreise tangirender Halbmesser gezogen, so wird die gerade Linie KL, welche die Berührungspunkte verbindet, dem Maximum der Exposition entsprechen und genügt die Wiederholung der früheren Betrachtung, um sich von der Fehlerhaftigkeit zu überzeugen. Aber während bei der quadratischen Oeffnung die Maximaleinwirkung an einer Seite stattfindet und regelmässig bis zur entgegengesetzten Seite abnimmt, findet hier das Gegentheil statt, nämlich die Maximaleinwirkung erfolgt an einer Stelle des Umkreises und nimmt regelmässig nach beiden Seiten ab. Mit der erstgenannten Oeffnung wird man ein Bild erhalten, das an einem Rande sehr gut beleuchtet erscheint, bis zum andern aber sich verdunkelt, mit der zweiten wird ein Bild erzielt, das einen sehr lichten Streif zeigt, aber nach beiden Seiten desselben regelmässig an Intensität abnimmt.

Man wird demnach beide Constructionen der Oeffnungen am Verschlussapparat vermeiden müssen und die bereits früher angedeutete Form 4 in Fig. 264 wählen.

Der scheibenförmige Verschluss bietet noch einen grossen Vortheil, welcher hervorgehoben werden muss; man kann nämlich die Menge des eintretenden Lichtes innerhalb bedeutender Grenzen verändern; es genügt nämlich den Winkel zu vergrössern, welchen die beiden die

Kreisöffnung tangirenden Halbmesser bilden. Was bisher bei Construction der Guillotine-Verschlüsse wegen der grossen Länge des Brettes unmöglich war, erscheint bei dieser Art von Verschlüssen leicht ausführbar. Es erscheint sogar zweckmässig, die ganze Menge des Lichtes auszunützen, die der Apparat einzulassen gestattet und zu diesem Zwecke die Scheibe auf ein einfaches Kreissegment zu reduciren, siehe No. 5, Fig. 265.

Einen Verschluss mit einer einfachen rotirenden Scheibe in elektrischer Auslösung zeigt der Stein'sche Momentverschluss, welcher 1879 in Deutschland patentirt war (Phot. Corresp. 1879. S. 164).

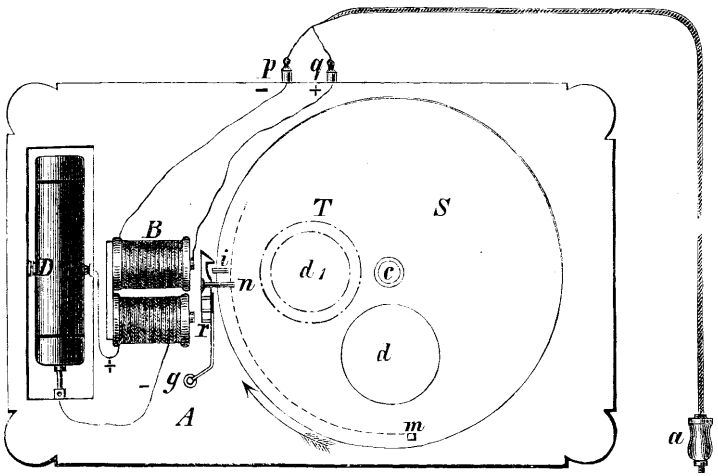


Fig. 266. Stein's Momentverschluss.

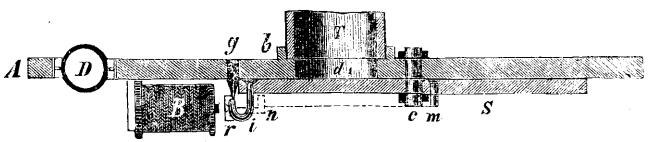


Fig. 267. Stein's Momentverschluss.

In Fig 266 ist diese Einrichtung von vorn, in Fig. 267 von der Seite zu sehen. Um einen Centralpunkt c dreht sich die Scheibe S, welche bei T durchlöchert ist. Die Oeffnung bei d fliegt an der in dem unteren Brette befindlichen Oeffnung d_1 vorüber, sobald der Anker r von dem Elektromagneten B angezogen wird. In diesem Momente wird der Stift i frei und die Scheibe dreht sich sehr rasch um ihre Achse, bis der Stift i wieder in die Vertiefung am Anker r einspringt und die Oeffnung d wieder an ihrem alten Platze angelangt ist. In dem Augenblicke, wo die Oeffnung d an der Oeffnung d_1 am unteren Brette vorbeischnellt, geschieht die Momentaufnahme. Soll eine Aufnahme von längerer Dauer stattfinden, so hat man eben länger auf den Knopf bei a zu drücken. So lange man auf den Knopf drückt, bleibt die Oeffnung d vor der Oeffnung d_1 stehen, indem der Stift m durch den Vorsprung des Ankers bei n

eben so lange festgehalten wird. Die Feder wird von Zeit zu Zeit mittels eines Uhrschlüssels aufgezogen.

In Fig. 267 ist die Vorrichtung im Querschnitt abgebildet. Das Rohr T wird entweder auf das Objectiv aufgesteckt, was bei kleineren Apparaten geschehen kann, während bei grösseren Instrumenten dieses nicht möglich ist. Um den Apparat bei grösseren Objectiven anzuwenden, wird derselbe auf ein mit Rollen versehenes Stativ festgeschraubt, welches man im Gebrauchsfalle vor die Camera schiebt. Es wird in diesem Falle die Verbindung des Rohres T mit dem Objective durch einen schwarzen Sammetärmel vermittelt (vergl. S. 285), wodurch jede Erschütterung des Apparates ausgeschlossen wird.

Sutton benutzte eine mit der Hand drehbare Scheibe[1]) (Fig. 268 und 269). Dieselbe war aus Metall gefertigt und war zwischen den Linsen des Stereoscop-Apparates befestigt. In der Scheibe waren zwei Oeffnungen, welche durch das Gewicht eines schweren, am unteren Rande der Scheibe befestigten Griffes senkrecht auf

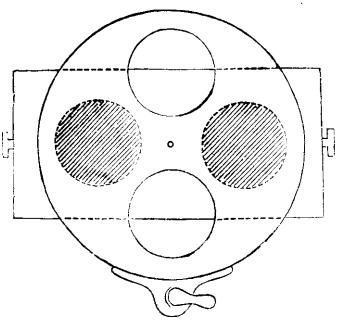


Fig. 268.

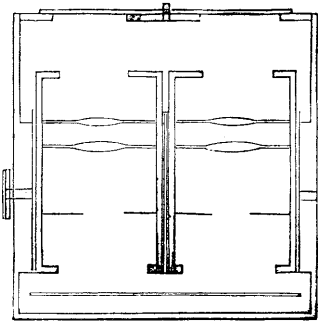


Fig. 269.

Sutton's Verschluss.

die Linsen gestellt wurden; auf diese Art bedeckte der undurchschnittene Theil die Oeffnungen der Linse, während die Scheibe in Ruhe ist. Die Belichtung wird durch eine schnelle Halb-Umdrehung der Scheibe bewerkstelligt; der Griff bewirkt die Rückkehr in die bedeckende Stellung. Fig. 268 zeigt die Vorderansicht des Apparates; Fig 269 zeigt, wie er in der Camera angebracht ist. Es ist bemerkenswerth, dass diese Art des Momentverschlusses eine der ältesten Formen repräsentirt, da sich J. B. Dancer bereits im September 1856 ganz denselben Verschluss in England patentiren liess.

Einen sehr einfachen Momentverschluss mit einer vorbeigleitenden Scheibe combinirte Bolas (Phot. News. 1881. S. 231) mit seiner „Detectiv-Camera". Derselbe rührt ursprünglich von Collins her. Eine dünne Ebonitplatte ABC, Fig. 270, dreht sich um die Achse B. Das Stück AC bewegt sich im Innern des Objectives zwischen der Vorder- und Hinterlinse. C ist die Objectivöffnung; eine correspondirende Oeffnung ist in der Ebonitplatte bei E angebracht. Durch das

1) Sutton, Dictionary of Photography. 1859. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Seite 69.

Gummiband G wird die Scheibe in Spannung versetzt und durch den Sperrhaken DF wird dieselbe in der passenden Stellung festgehalten. Sowie der Sperrhaken durch einen Druck bei F ausgehoben ist, gleitet die Oeffnung des Schliessers rasch bei der Objectivöffnung vorbei. Damit nicht seitlich fremdes Licht einfällt, wird das Ganze mit einem kleinen Holzkästchen eingeschlossen. Selbstverständlich kann die Auslösung des Verschlusses pneumatisch oder elektrisch sein.

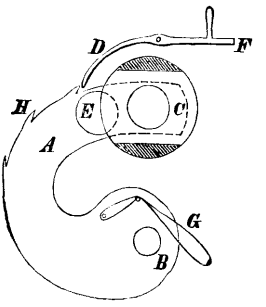


Fig. 270. Bola's Verschluss.

Bei kleineren Objectiven, welche mit mittleren Blendungen $\left(\text{z. B. } \frac{f}{10}\right)$ zu Momentaufnahmen verwendet werden, ist neben der Blende Raum zu einer Rotationsscheibe vorhanden, wie z. B. beim Goerz'schen Choroscop (Fig. 271) abgebildet ist. (Vergl. Seite 60.)

Bei Aplanaten oder anderen Doppelobjectiven mit genügendem Linsenabstande bringt man[1]) neben der Rotationsblende im Innern noch einen Rotations-Momentverschluss an, welcher durch eine Stahl-

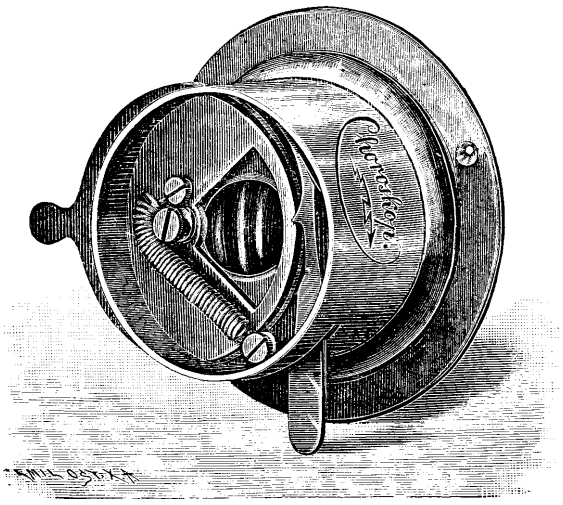


Fig. 271. Choroscop von Goerz.

feder gespannt und mittels eines Sperrhakens festgehalten, beziehungsweise ausgelöst wird. Diese Art des Momentverschlusses ist die beste, billige Form für kleine Doppelobjective von entsprechender Distanz der Vorder- und Hinterlinse.

1) Z. B. Darlot in Paris, Fritsch in Wien.

Die rotirende Scheibe im Innern von Objectiven wurde in neuerer Zeit sowohl von Darlot in Paris zu seinen kleinen Objectiven für Detectiv-Cameras angewendet, als auch von Wanaus in Wien (1890 bei seiner Detectiv-Camera „Triumph") u. A.

Auch K. Fritsch in Wien fertigt (1890) centrale rotirende Momentverschlüsse für seine Aplanate (C) an; dieselben sind sehr handlich und geben für die gewöhnlichen Erfordernisse der Momentphotographie vollkommen befriedigende Resultate. Fig. 272 stellt diesen Verschluss dar. *o o* ist das Messingrohr des Objectives, in welches die Linsen eingeschraubt werden. *m m* und *b b* sind zwei übereinanderliegende Scheiben, die ihren Drehungspunkt um *S* haben, und zwar ist *m m* mit dem Ausschnitt *a a* die Momentverschlussscheibe, *b b* die Blendenscheibe, in der sich die fünf Blendenöffnungen 1, 2, 3, 4, 5 befinden. Letztere ist wie

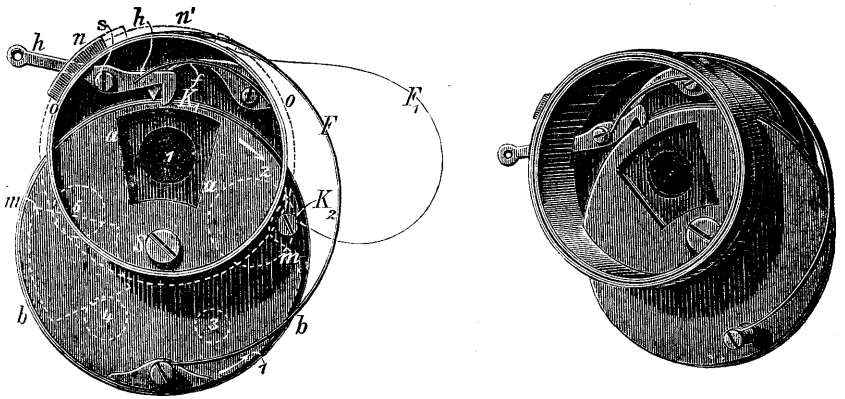


Fig. 272. Momentverschluss von Fritsch.

gewöhnlich verstellbar, so dass die verschiedenen Abblendungen des Objectives vorgenommen werden können. Schnappt der Hebel *h h*, der seinen Drehungspunkt in *s* hat, in die Kerbe k_1, welche sich in der Momentverschlussscheibe *m m* befindet, ein, so stellt sich der Ausschnitt *a a* vor die Blendenöffnung und man kann das Bild auf der Mattscheibe einstellen. Dreht man nun die Scheibe *m* so lange in der Richtung des Pfeiles, bis der Hebel *h* in k_2 (durch den Gegendruck der kleinen Feder *f*) einschnappt, so spannt sich die Feder *F* und bekommt ungefähr die punktirte Form F_1 und vor die Blendenöffnung stellt sich die Wand der Scheibe *m*. Wird der Hebel *h* nach abwärts gedrückt, so geht er aus der Kerbe und die gespannte Feder F_1 schnellt die Scheibe in der Richtung des Pfeiles 2, wobei also der Ausschnitt der Momentverschlussscheibe vor der Blendenöffnung vorbeigeht und die

Belichtung erfolgt. Durch einen um *o o* drehbaren Ring (der in der Zeichnung punktirt ist), kann die Feder *F* kürzer gemacht werden, wodurch dieselbe spannkräftiger wird und dadurch der Momentverschluss etwas rascher functionirt. Es wird durch diesen Ring, der mit einem kleinen Vorsprung die Feder *F* niederdrückt, gewissermassen der Anfangspunkt derselben z. B. nach *n'* verlegt, wodurch eben, wie erwähnt, die Feder *F* kürzer wird.

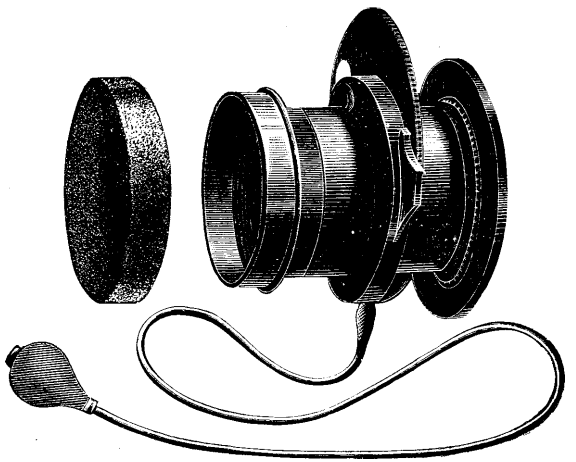


Fig. 273.

Einen ganz ähnlichen Verschluss combinirte Berthiot mit einer pneumatischen Auslösung. Fig. 273 zeigt diese Einrichtung des „Obturateur métallique circulaire", welche Berthiot in Paris (1889) für seine Objective erzeugt.

V. Zwei in entgegengesetzter Richtung sich drehende Scheiben oder Platten.

Bewegen sich zwei in entgegengesetzter Richtung rotirende Scheiben beim Objectiv vorbei, so erfolgt die Belichtung von der Mitte aus.

Montefiore-Lévy war einer der ersten, welcher als Momentverschluss zwei sich in entgegengesetzter Richtung drehende Scheiben anwendete (im Jahre 1852) und verbesserte 1880 diese Construction (Bull. Assoc. Belge de Phot. 1879—1880. S. 480).

Mit einem ähnlichen Momentverschlusse stellte Jackson[1]) bereits im Jahre 1880 Momentbilder her.

1) Yearbook of Phot. for 1881. S. 171.

Fig. 274 zeigt die Vorderansicht, Fig. 275 die Seitenansicht desselben. *AA*, Fig. 274, sind zwei Ebonitscheiben, beide sind bei *B* durchlöchert; in der Lage von Fig. 274 ist die Linse offen. *BB*, Fig. 275, sind zwei Rollen aus hartem Holze; *C* Leder- oder Stahlband, welches die Bewegung einer Rolle auf die andere überträgt; *D* ein hakenförmiger Drücker, welcher an der Rolle *B* befestigt ist und bei *E* anliegt; *F* ein starkes Gummiband, welches die eine Rolle gegen *F* zieht und vermittelst des Bandes *C* die andere Scheibe in entgegengesetzter Richtung dreht, sobald der Haken bei *E* ausgehoben ist. Expositionszeit $^1/_{130}$ Secunde.

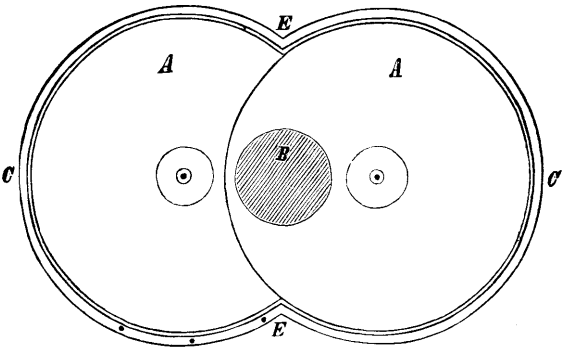


Fig. 274. Jackson's Verschluss.

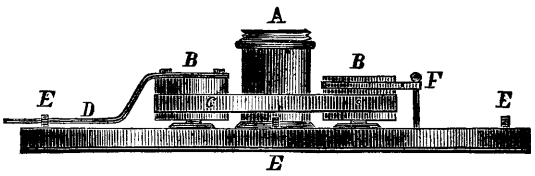


Fig. 275. Jackson's Verschluss.

Aehnlich war Pizzighelli's älterer Momentverschluss (Phot. Corresp. 1881. S. 177) eingerichtet. Ein Druck mit der Hand auf die Kautschukbirne *E* (Fig. 276) treibt durch das Rohr *D* die Luft in den zuerst flach gedrückten Ballon *B* (Fig. 276), welcher, hierdurch ausgedehnt (s. Fig. 277), die um eine horizontale Achse drehbare Platte *a* nach abwärts dreht; diese Bewegung wird durch die mit den Achsen der zwei rotirenden Scheiben I, II verbundenen articulirten Hebel *b* in eine drehende umgewandelt. Die Scheiben rotiren um ihren gemeinschaftlichen Drehpunkt (da die volle Achse der einen Scheibe durch die hohle der andern hindurchgeht), führen gleichzeitig ihre Ausschnitte vor die Objectivöffnung (in den Figuren durch punktirte Kreise angedeutet) und nehmen schliesslich die in der Fig. 277 angedeutete Lage ein. Ist der Cassettenschieber geschlossen, so genügt eine Berührung des Ventils *C*, um die Scheiben in die Ruhelage (Fig. 276) zurückzuführen.

Drückt man rasch mit der Hand, so ist die Rotation der Scheiben so schnell, dass man Strassenscenen mit laufenden Menschen und trabenden Pferden (gutes Licht und ein kleines Bildformat vorausgesetzt) aufnehmen kann.

Durch einfache Umstellung eines Hebels (in den Figuren nicht sichtbar) wird ein Stift derart gestellt, dass beim Exponiren die Platte *a* eine mittlere Lage annimmt und die Oeffnungen der Scheiben daher vor der Objectivöffnung stehen bleiben; ein Druck auf das Ventil, und die Scheiben kehren in ihre Ruhelage zurück.

[Bei dieser Construction ist es schwer, die Erschütterungen zu vermeiden.]

Hierher gehört auch Frahnert's Momentverschluss[1]), welcher in Fig. 278 abgebildet ist.

Man drückt den an den beiden Hebelarmen befindlichen Stift *a* nach unten, bis er festgehalten wird.

Soll das aufzunehmende Object auf der matten Scheibe eingestellt werden, so drehe man den untersten Stift *b* in die Mitte des Ausschnittes auf den mit *S* (Sicherung) bezeichneten Punkt, drücke dann kurz und kräftig auf den Gummiball, wodurch die Stahlhebel ausgelöst und durch Federkraft in die Höhe getrieben und gespreitzt werden, infolge dessen die Verschlussblenden sich von der Mitte aus öffnen und geöffnet bleiben.

Hierauf ziehe man den Stift *a* wieder nach unten und stelle den untersten Stift *b* links auf *M*, wenn Momentaufnahmen gemacht werden sollen und drücke im gegebenen Augenblick kurz und kräftig auf den Gummiball. Die Stahlhebel werden sofort ausgelöst und fliegen, durch eine Feder getrieben, in die Höhe, indem sie beim Sichspreitzen die Blenden von der Mitte aus öffnen, aber auch gleich wieder zusammenziehen und schliessen.

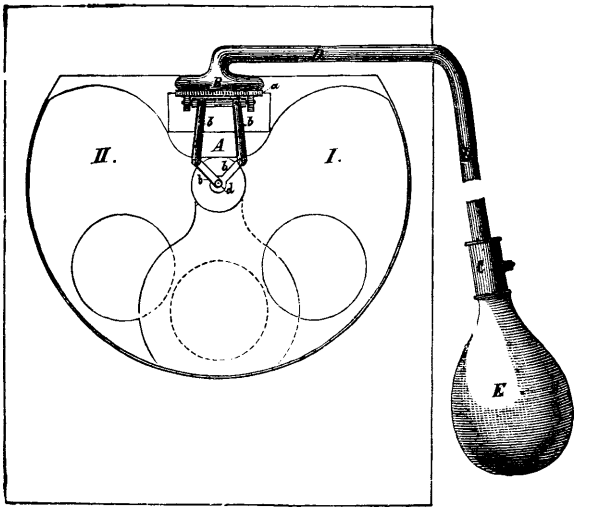


Fig. 276. Pizzighelli's Momentverschluss.

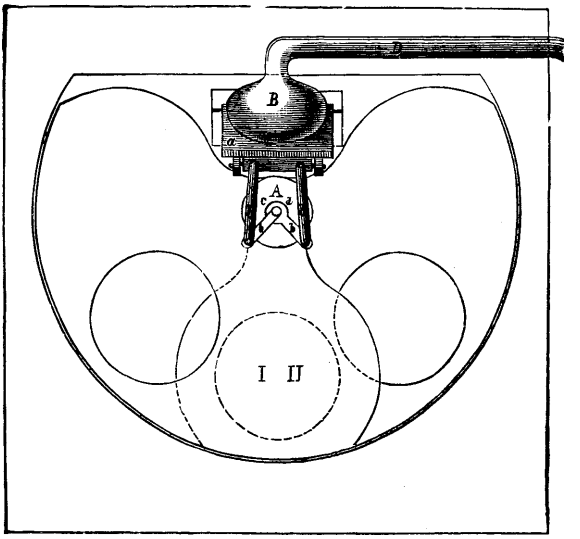


Fig. 277. Pizzighelli's Momentverschluss.

1) Deutsches Reichspatent No. 50803 (1890).

Will man ein Object während längerer Zeit exponiren, so drehe man den untersten Stift *b* nach rechts auf den Buchstaben *Z* (Zeit), ziehe den Stift *a* nach unten und drücke dann kräftig und anhaltend auf den Gummiball. So lange man einen starken Druck auf den Gummiball ausübt, wird der Apparat geöffnet bleiben, beim Nachlassen des Druckes schliesst er sich wieder.

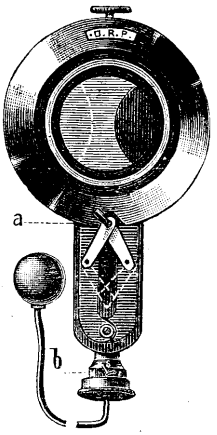


Fig. 278. Frahnert's Momentverschluss.

Will Jemand eine etwas längere Belichtung haben, als der Apparat bei der Stellung des Stiftes auf *M* ergibt, so muss der Stift auf *Z* geschoben und der Druck auf den Ball kurz und kräftig ausgeübt werden.

Ein ähnliches Princip liegt dem von der photographischen Manufactur Emil Wünsche in Dresden[1]) in den Handel gebrachten Momentverschluss zu Grunde (D. R.-P. No. 1535).

Die Hebel *a* (Fig. 279 und 280) dienen zum Aufziehen des Verschlusses, indem man dieselben so weit nach rechts dreht, bis die Oeffnung wieder gedeckt ist, resp. bis die Feder zweimal eingeschnappt hat; will man auf der Visirscheibe einstellen, drehe man die Hebel bis zur ersten Ruhe (s. Fig. 279).

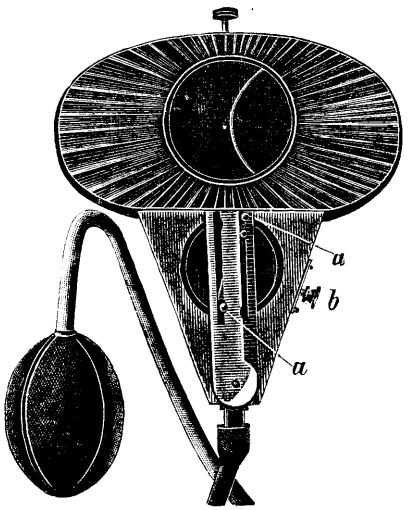


Fig. 279.
Wünsche's Verschluss.

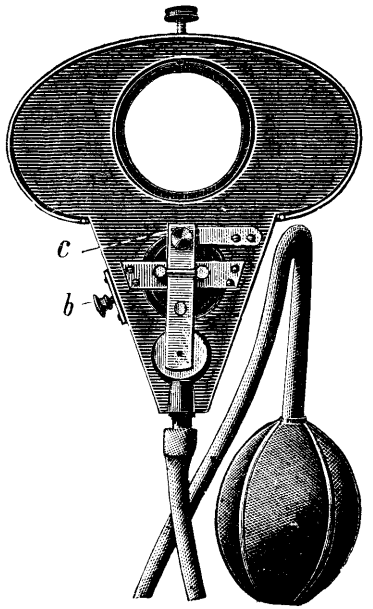


Fig. 280. Wünsche's Verschluss.

Die Schraube *b* besorgt bei Momentaufnahmen die schnellere und langsamere Exposition; dreht man dieselbe ganz nach links herum, so

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1891. S. 400.

geht der Verschluss am schnellsten; bei längerer Belichtung hemmt sie die Schnelligkeit, indem man etwas nach rechts hineindreht.

Die Schraube *c* auf der Rückseite bezweckt das Stellen für Zeit- und Momentaufnahmen. Bei Zeitexpositionen drehe man dieselbe vollständig nach rechts hinein und drücke so lange dann auf den Gummiballon, wie man zu exponiren wünscht; es ist rathsam, die Regulirschraube *b* dabei etwas anzuziehen.

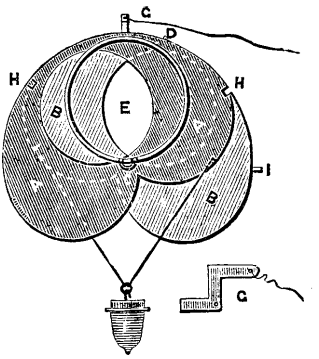


Fig. 281. Bedfort's Verschluss.

Einen Momentverschluss mit zwei in entgegengesetzter Richtung rotirenden Scheiben, nach Bedfort's Construction[1]), stellt Fig. 281 vor. *A A*, *B B* sind zwei Metallscheiben, welche in der Mitte eine Oeffnung, so gross wie das Objectiv haben. *E* ist die Linsenöffnung; *D* Ring zum Befestigen des Verschlusses am Objectiv; *F* Gewicht, welches mittels einer Schnur seitlich an den Metallscheiben befestigt ist; *G* Drücker, welcher in die Einschnitte *H H* eingreift.

Jackson's Momentverschluss wird hinter der Linse angebracht[2]). Fig. 282 zeigt den Durchschnitt desselben. *A A* sind zwei Holzstücke mit kreisrunden Aus-

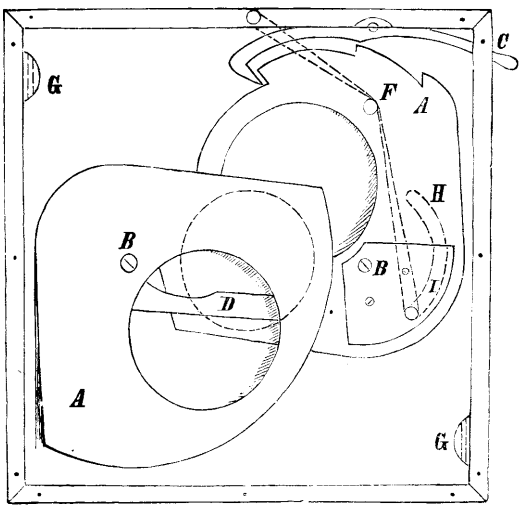


Fig. 282.

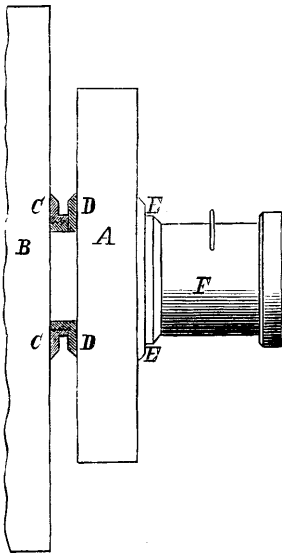


Fig. 283.

Jackson's Verschluss.

schnitten, der Grösse der weitesten Linse entsprechend, die in der Camera zur Anwendung kommen kann. *B B* sind die beiden Achsen, um welche sich die Scheiben

1) Phot. News. 1879. S. 87.
2) Phot. Archiv. 1882. S. 50.

drehen. *C* ist ein Drücker; *D* Kurbelstange, welche die beiden Scheiben in Bewegung setzt; *F* eine Schnur aus Gummi elasticum, durch deren grössere Spannung eine raschere Exposition erzielt wird. *G G* zwei kleine Polster, gegen welche die beiden Scheiben anschlagen. Die punktirten Linien *H H* sollen den Ausschnitt in der Vorderseite des Verschlusses bedeuten. *I* ist ein kleiner Stift, der die Scheiben für die Exposition in der richtigen Lage hält. — Fig. 283 zeigt den Verschluss an der Camera angebracht. Die Objectivringe hinter den Linsen sind hier im Durchschnitt gezeichnet. *A* ist das Aeussere des Verschlusses, *B* die Camera, *C* der Ring vorn an der Camera, mittels welchem der Verschluss angeschraubt wird, *E* der eigentliche Objectivring, *F* das Objectiv.

VI. Iris- oder Sectoren-Momentverschlüsse.

Die leitende Idee der „Iris- oder Sectoren-Momentverschlüsse" besteht darin, dass nach Art der Iris-Blenden (s. S. 182) das Oeffnen und

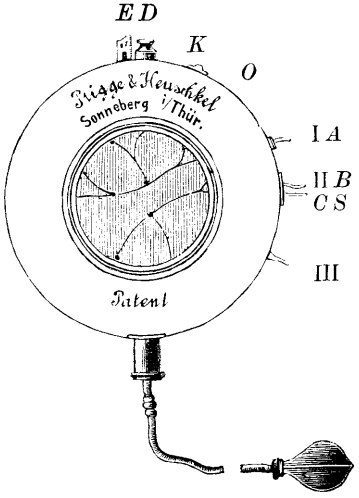


Fig. 284.

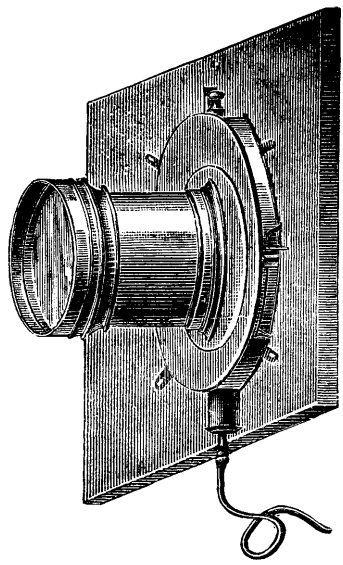


Fig. 285.

Prigge-Heuschkel's Momentverschluss.

Schliessen des Momentapparates vom Centrum aus bewirkt wird, damit der lichtstärkste und am besten wirkende Theil des Objectives am längsten ausgenützt wird.

Eine gute Form wurde unter Anderen von Prigge und Heuschkel in Sonneberg in Thüringen (1887) construirt (Deutsches Reichs-Patent).

Die Befestigung geschieht am vortheilhaftesten hinter dem Objective oder an Stelle der Blenden. Da durch die Verschlussplättchen stets eine nahezu kreisförmige Oeffnung gebildet wird und der Verschluss auf jeden Oeffnungsdurchmesser einzustellen ist, so werden in letzterem Falle die Blenden entbehrlich.

Die Handhabung des Apparates, durch vorstehende schematische Zeichnung der Spannvorrichtung (Fig. 284) erläutert, ist folgende:

Um den Verschluss zum Zwecke der Bildeinstellung zu öffnen, bringt man die in der Fig. 284 schwarz gezeichneten Stahldrücker I und II aus der durch *A* dargestellten Ruhelage mittels Daumen und Zeigefinger in die Stellung *B*, wobei der Steg *S* als Stütze dient; alsdann drückt man auch III gegen den Steg, wodurch die Drücker die Stellung *C* erhalten. Der Verschluss ist nun zum Gebrauche gespannt und kann durch einen Druck auf den Gummiballon ausgelöst werden.

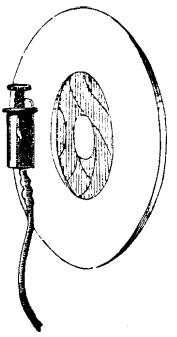


Fig. 286.

Die Einstellung des Momentverschlusses geschieht für gewöhnlich durch Drehen des getheilten Schraubenkopfes *D*, wodurch die daneben befindliche Scala *E* auf und ab bewegt wird. Wünscht man die Expositionsdauer noch weiter zu verlängern, als dies hierdurch möglich ist, so verschiebt man den rechts von der Stellschraube hervorragenden Index nach rechts oder links. Die kürzeste Exposition erhält man, wenn der Index auf *K* und die Scala auf *O* steht, die längste in entgegengesetzter Stellung.

Um den Momentverschluss auch für Atelieraufnahmen verwendbar zu machen, ist an demselben die Einrichtung getroffen, die vorher bestimmte längere Expositionszeit in jedem Augenblicke plötzlich unterbrechen zu können; es geschieht dies durch einen zweiten Druck auf den Gummiball. Durch diese Neuerung ist der Verschluss geeignet, jeden Atelierverschluss vollständig zu ersetzen und ist dadurch zu einem Universal-Verschluss geworden (siehe Fig. 285 und 286).

Einen centralen „Sectoren-Momentverschluss" erzeugte auch Voigtländer[1]), jedoch ist die Einrichtung dieses Verschlusses dem Verfasser nicht näher bekannt. Ein Bild dieses Verschlusses gibt Fig. 287.

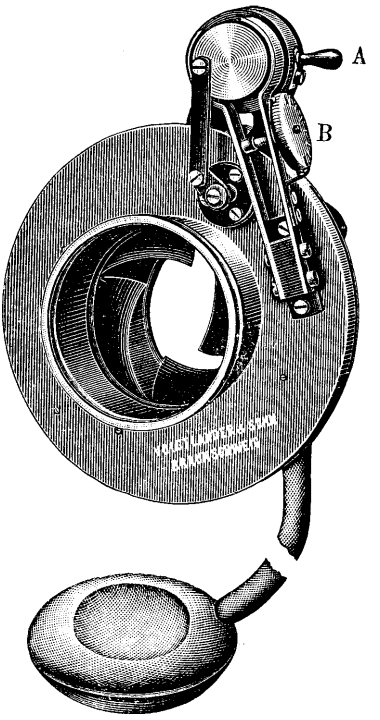


Fig. 287. Voigtländer's Verschluss.

Auch Sutken construirte eine Art Iris-Verschluss mittels vier sich drehender Scheiben (Bull. Soc. franç. 1886. S. 208).

Der Typus dieser Art von Momentverschlüssen war bereits anfangs der Sechziger Jahre von Salvin ausgeführt worden.

Salvin's Schliesser besteht aus einem Paar vorderer und einem Paar rückwärtiger Schuber, die aus einer dünnen Messingplatte gemacht sind; wenn die Vorrichtung aufgestellt ist, treffen beide Paare in der Mitte derselben zusammen, wie Fig. 288 zeigt. Jeder Schliesser ist mittels einer Kurbel an einem Metallringe befestigt, welcher durch einen anderen darüberfallenden schiefen Ring an der Rahmenplatte befestigt ist. An einem Stifte bei *S* ist eine elastische Schnur befestigt, welche über einen Stützpunkt an der rechten Seite des Rahmens geht (der durch einen Stift gebildet wird, an welchem

1) Deutsche Photographen-Zeitung. 1890. S. 86.

eine der Kurbeln mit Scharnieren hängt), und dann an einem Kurbel-Stift gerade unter der Feder festgemacht wird, die die Vorrichtung in Thätigkeit setzt. Wenn auf die Feder gedrückt wird, wirkt die elastische Schnur zurück, und der innere Ring

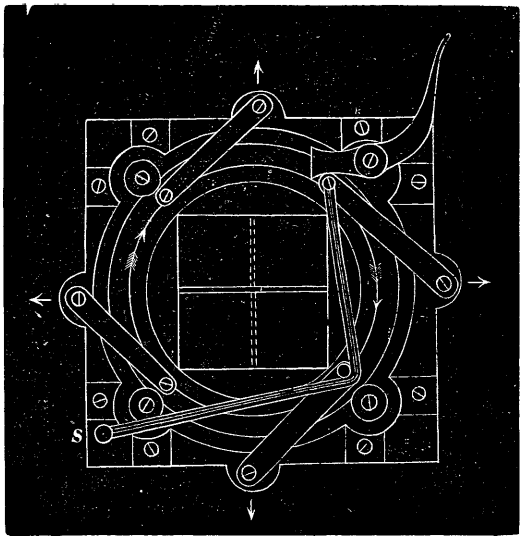


Fig. 288. Salvin's Schliesser.

wird in der durch die Pfeile angezeigten Richtung herumgedreht; bei einer gewissen Stellung werden durch die Wirksamkeit der Kurbeln alle vier Schuber auswärts ge-

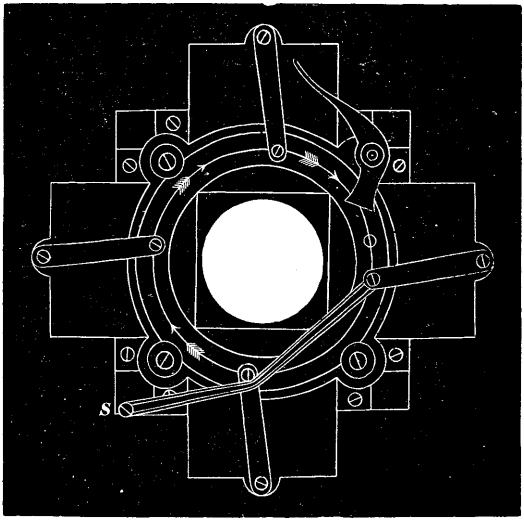


Fig. 289. Salvin's Schliesser.

drückt, wie Fig. 289 zeigt, und somit die Belichtung bewirkt; durch das Zusammenziehen des Bandes wird der Ring wieder vorwärts gedreht und die Schuber einwärts gestossen und geschlossen. Diese Vorrichtung wirkt äusserst schnell. Nimmt man

die Feder weg, so kann diese Erfindung gut für einen Nebelbild-Apparat verwendet werden, da man einem Paare von solchen Schubern gerade die gewünschte Art der allmählichen Oeffnung der einen, und Einschliessung der dazu gehörigen anderen Ansicht geben kann.

VII. Auf- und abwärtsgehende Schieber mit Kurbelbewegung. — Blenden-Momentverschlüsse.

Centraler Blendenverschluss nach Grimston. Dieser im Jahre 1885 von Grimston in England erfundene und demselben im Juli 1885 patentirte Verschluss beruht im Wesentlichen darauf, dass eine kräftige Uhrfeder in geeignete Spannung versetzt, ihre Achse mehr oder weniger schnell zu drehen bestrebt ist und dadurch eine am Ende aufgestellte kleine Kurbel dreht. An dieser ist ein Schieber (Blech) befestigt, dem die mit Rändern versehene Einsteckblende als Führung dient. Der Schieber macht bei der vollen Umdrehung der Kurbel einen raschen Hin- und Hergang, wobei die Momentbelichtung erfolgt. Dieser Verschluss wurde von Talbot in Berlin im Jahre 1886 in Deutschland eingeführt.

Derselbe wird in den Blendenschlitz der Objective gesteckt und hat folgende Einrichtung:

Die Blendenscheibe *S* hat auf den Seiten zwei durch Falten der Ränder gebildete Führungen, in welchen sich der Schieber *B* leicht auf- und abbewegen kann. Der Schieber (aus dünnem Stahlblech) ist in den Zapfen *C* der Kurbel *A* eingehängt. Diese Kurbel steht mit einer im Gehäuse *T* befindlichen Uhrfeder in Verbindung. Durch Drehen des Hebels in der Richtung des Pfeiles wird diese Feder gespannt; die Grösse der Spannung wird auf der rückwärtigen Seite des Verschlusses automatisch regulirt, indem die Nase des Scheibchens *J*, welche sich mit der Kurbel auf gemeinschaftlicher Achse dreht, in die Ausschnitte des Rädchens bei *J* eingreift. Bei jeder Drehung der Kurbel *A* und somit auch des Scheibchens *J*, rückt das Rädchen um einen Zahn weiter und greift die Nase des Scheibchens *J* in die nächste Vertiefung ein. Die Nummer auf dem jeweilig links befindlichen Zahne deutet an, wie oft die Knrbel gedreht wurde. Da mit der Zahl der Umdrehungen der Kurbel sich die Spannung der Feder und mithin auch die Geschwindigkeit des Verschlusses steigert, bedeuten die von 1 bis 5 aufsteigenden, auf den Zähnen des Rädchens *F* eingepressten Zahlen fünf Steigerungen von Geschwindigkeit des Verschlusses. Die denselben entsprechenden Werthe in Secunden müssen durch Versuche festgestellt werden (z. B. $^1/_5$ oder $^1/_{10}$ bis ungefähr $^1/_{100}$ Secunde).

Bei Drehung der Kurbel *C* hebt sich der Schieber, entblösst dabei die Objectivöffnung und schliesst dieselbe wieder, sobald nach voll-

brachter Drehung sich die Kurbel wieder nach abwärts senkt. In den Fig. 290 und 291 ist die Stellung der Kurbel in der Ruhe oder nach beendeter Belichtung ersichtlich; dreht man die Kurbel in der Richtung des Pfeiles, so wird der Zapfen schliesslich zum federnden Sperrhaken *F* gelangen; er wird von diesem erfasst und ein Zurückdrehen verhindert werden. Die Auslösung erfolgt pneumatisch durch Heben des Sperrhakens *F*, letzterer wird infolge dessen gesenkt und hierdurch der Zapfen gelöst. Die Kurbel bewegt sich in entgegengesetzter Richtung zurück und hebt und senkt gleichzeitig den Schieber *B*. Um ein Anschlagen des Zapfens *c* nach vollbrachter Drehung an den Sperrhaken *F* zu verhindern, weiter auch, um gegen Schluss die Bewegung zu mildern, dient einerseits die Feder bei *F*, andererseits der Aufhalter *St*. Indem

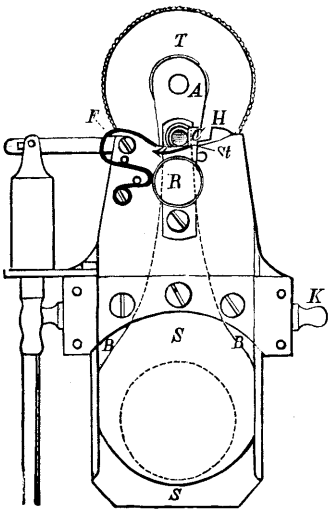


Fig. 290. Grimston's Verschluss.

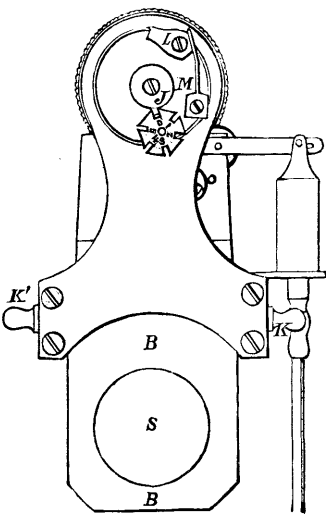


Fig. 291. Grimston's Verschluss.

der Zapfen an die Feder schleift und diese etwas niederdrücken muss, wird die Raschheit der Drehung gemildert und wird beim Aufhalter *St* vollständig gehemmt. Derselbe lässt sich hinabschieben, damit beim Spannen der Feder durch nochmaliges Drehen der Kurbel *A* der nöthige Raum hierfür frei werde.

Die Schraube *R* mit gerändertem Kopfe dient zum Fixiren des Aufhalters, sobald er hinaufgeschoben wurde.

Die Blendenscheibe *A* kann leicht entfernt und durch eine andere von grösserer oder kleinerer Oeffnung ersetzt werden. Damit der Verschluss auf dem Objective festsitze, wird ein Kautschukband um die Fassung des letzteren geschlungen und dann in die Knöpfe *MM* des Verschlussgehäuses eingehängt.

Bereits Braun in Berlin construirte 1886 nach dem Grimston schen Princip Schieber-Momentverschlüsse, welche ganz analog construirt sind, aber vor oder hinter dem Objectiv angebracht waren und ausserdem die beweglichen Theile durch eine starke Umhüllung gegen die Verletzung gesichert waren[1]) Die Anordnung ermöglicht eine Verwendung des Verschlusses an mehreren Objectiven.

Diese Construction war der Ausgangspunkt zahlreicher ähnlicher Constructionen.

Fig. 292 zeigt den Verschluss von Cadot in Paris, welcher gleichfalls aus einem Schieber besteht und ähnlich wie bei Grimston's Verschluss durch eine Excenter-Vorrichtung schnell von der Oeffnung weggezogen wird und sich sofort wieder schliesst[2]).

Bei Wittmann's (Dresden) Momentverschluss[3]) kann die Schnelligkeit durch Drehung der Trommel *a* an der Rückseite des Verschlusses in der Pfeilrichtung erhöht und durch entgegengesetzte Drehung wieder ver-

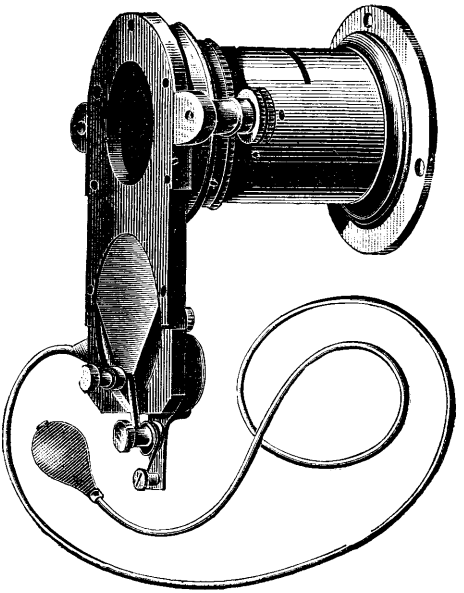


Fig. 292. Cadot's Momentverschluss.

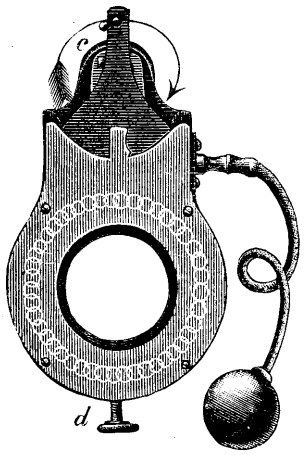


Fig. 293.

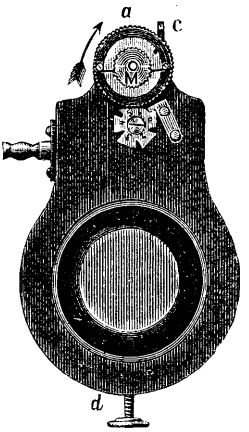


Fig. 294.

Wittmann's Momentverschluss.

mindert werden, wobei die Nummern des unter der Trommel befindlichen Sternes zu berücksichtigen sind (s. Fig. 293 und 294).

1) Phot. Wochenbl. 1886. S. 75.

2) Wird z. B. von Rousseau in Paris in den Handel gebracht (Catalog 1890, Seite 30).

3) Eder's Jahrbuch f. Photographie u. Reproductionstechnik für 1889. S. 74.

Beim Einstellen auf der matten Scheibe drehe man den vorderen Hebel *b* nach oben, biege den oberhalb der Trommel befindlichen Stift *c* vor denselben und verhindere dadurch das willkürliche Zurückfliegen dieses Hebels. Ist eingestellt, so drehe man den Hebel *b* in der Pfeilrichtung weiter nach rechts, bis er einschnappt und festgehalten wird und vergesse nicht, den kleinen Stift *c* oben an der Trommel wieder zurückzudrücken.

Der Momentverschluss ist nun zum Gebrauche fertig; durch einen kurzen kräftigen Druck des Gummiballes wird die Feder gelöst, der Hebel *b* bewegt sich in seine ursprüngliche Lage zurück und die Platte ist auf kurze Zeit belichtet. Die kleine Schraube *d* dient zur besseren Befestigung an das Objectiv.

Derselbe Verschluss kann auch so eingerichtet werden, dass er gleichzeitig für längere Expositionen zu gebrauchen ist. Dann drücke man auf der Vorderseite des Verschlusses mit dem Daumen den mit *Z* (Zeit) bezeichneten Hebel *C* etwas nach rückwärts, bis er hörbar einschnappt, und der Verschluss wird sich beim Pressen des

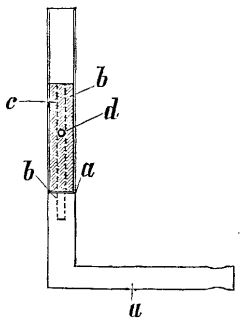


Fig. 294a.

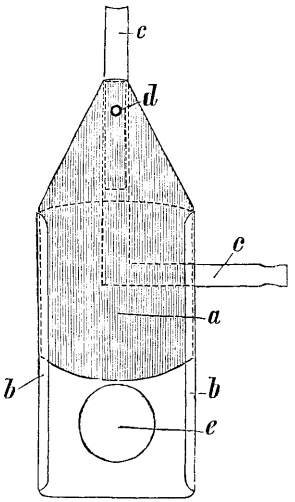


Fig. 294b.

Gummiballes nicht von selbst schliessen, sondern — so lange man denselben in gepresstem Zustande erhält — offen bleiben.

Will man den Verschluss wieder zu Momentaufnahmen benutzen, so drücke man den Hebel an der auf der Rückseite der Trommel befindlichen runden Platte, welche mit *M* (Moment) bezeichnet ist, in seine ursprüngliche Lage zurück.

Einen besonders einfachen, rein pneumatischen Blenden-Schieber-Momentverschluss brachte G. Hahn in Wien in den Handel (1891). In Fig. 294a ist die Messingröhre *aa'* die pneumatische Vorrichtung (die mit einem Gummischlauch und Ballon in Verbindung steht), *b* ist ein Kolbenröhrchen aus Aluminium, *c* der Führungsschlitz in *aa'*, *d* die Verbindungsschraube von *b* mit dem Schieber *a* (Fig. 294b). Fig. 294b zeigt den Momentverschluss von der Schieber-Seite. *a* ist ein dünnes Stahlblech, welches sich in einer an Stelle der Blende einzusetzenden Metallführung bewegt; wird durch den Druck auf den Kautschukballon

bei *c* Luft in die Röhre getrieben, so hebt sich der Aluminiumkolben und nimmt den Schieber *a* in die Höhe; im Momente, wo der Druck auf den Ballon aufhört, sinkt der Schieber wieder vor die Oeffnung *e* zurück. Der Verschluss functionirt langsamer als die vorhin beschriebenen.

Auch R. Lechner's Repetir-Momentverschluss beruht auf dem Principe des auf- und abwärts sich bewegenden Schiebers. Fig. 294 c, 294 d und 294 e zeigt die Vorder-, Seiten- und Rückansicht dieses Verschlusses in einer Form, wobei das Abdrücken desselben mit dem Finger erfolgt.

Mit dem Schraubenkopf *a* wird die Spiralfeder im Gehäuse *i* gespannt, d. h. auf der Achse von *a* aufgewunden. Dadurch ist die Triebkraft für 30 Expositionen geschaffen. Die Triebkraft überträgt sich durch das Zahnrad *h* auf den Stahltrieb *k*. Der Stahltrieb *k* ist mit einer Stahlscheibe *f* (Rückansicht) axial verbunden und auf der Peripherie der Scheibe *f* ist der Verschlussschieber *e* drehbar angeschraubt. Die Stahlscheibe *f* wirkt als

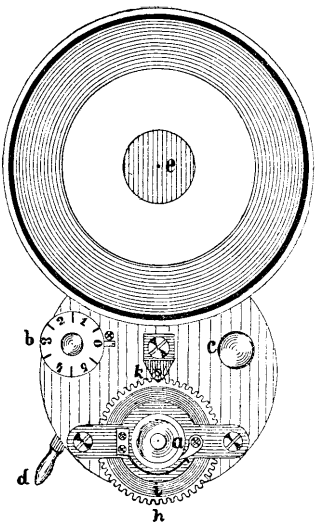


Fig. 294 c.

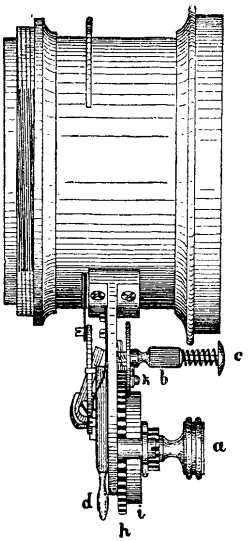


Fig. 294 d.

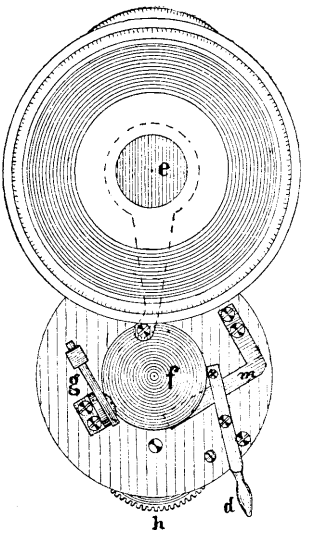


Fig. 294 e.

Excenter und bewirkt durch eine Umdrehung, dass sich die Verschlussöffnung mit dem Schieber *e* öffnet und schliesst. Die Hemmung der Stahlscheibe behufs aufeinanderfolgender Expositionen wird erreicht durch den Stahlhebel *g* und durch eine Nase

(Vorsprung) an der Peripherie der Scheibe f; beide functioniren zu einander wie Anker und Sperrrad in der Uhr, so, dass man mit dem Druckknopf c den Anker g in der Gewalt hat und nach Belieben auslösen kann. Die Regulirung der Geschwindigkeit wird erreicht durch die mit Theilscheibe verbundene Schraube b, welche bei Rechtsdrehung die Stahlfeder m (Rückansicht) gegen die Stahlscheibe f drückt und dadurch den Lauf der Scheibe hemmt. Soll der Verschluss offen stehen, so rückt der am Ende des Hebels d befindliche Schraubenkopf so dicht an die Peripherie der Scheibe f, dass beim Druck auf Knopf c die vorhin beschriebene Nase aufgefangen wird, Scheibe f nur eine halbe Umdrehung und Verschlussschieber e nur den halben Weg, der zu einer Exposition nöthig ist, macht, also der Verschluss offen steht.

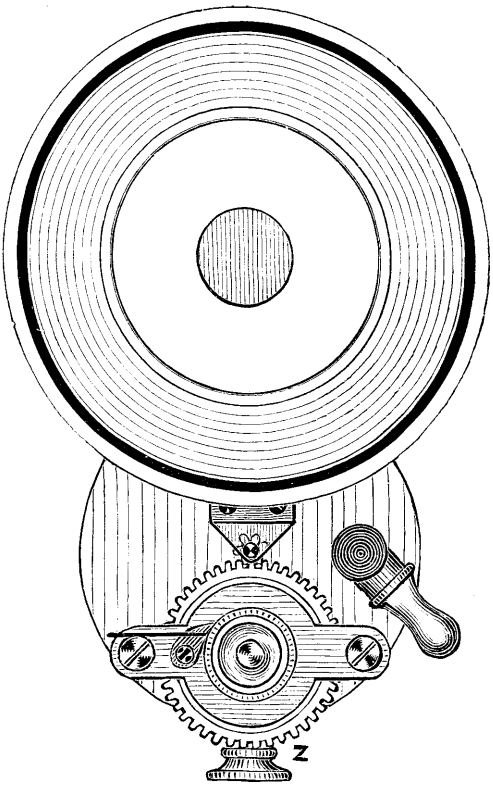


Fig. 294 f.

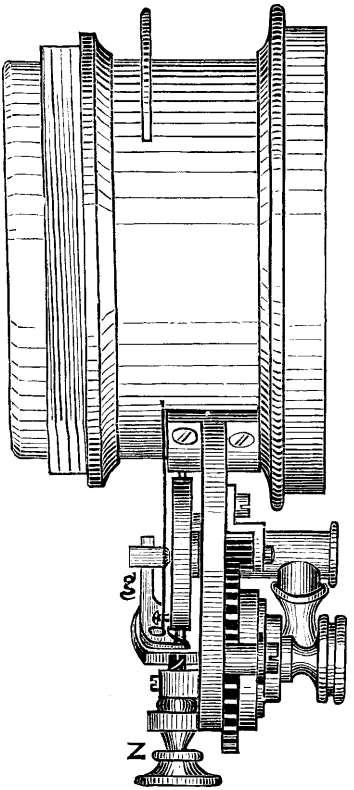
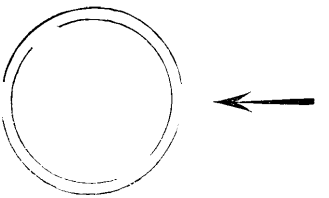


Fig. 294 g.

Die zweite Construction des Repetirverschlusses mit pneumatischer Auslösung zeigen die Fig. 294 f, 294 g und 294 h wieder in Vorder-, Seiten- und Rückansicht. Hier ist die Hemmvorrichtung sowie der Auslösungsmechanismus auf einem besonderen bogenförmigen Stück x (Rückansicht) so montirt, dass es sich um den Punkt y dreht, wodurch der Sperrhebel g der Scheibe f näher gerückt oder von ihr entfernt werden kann. Die Scheibe f hat bei dieser Construction zwei diametral gegenüberliegende Nasen uv an ihrer Peripherie, von welchen die eine etwas länger ist als die andere. Rückt man jetzt die Sperrvorrichtung x, welche man mittels der Schraube z in der Gewalt hat, gegen die Scheibe f, so wird beim Abdrücken mit dem Ball sowohl die

eine als auch die andere Nase durch den Sperrhebel *g* aufgehalten, was für Dauer-aufnahmen nöthig ist. Rückt man aber die Sperrvorrichtung *x* von der Scheibe *f* hinweg, so wird nur die längere der beiden Nasen durch die Hebel *g* aufgehalten und die Scheibe macht eine ganze Umdrehung, was für den Verschlussschieber *e* und das Objectiv die Momentexposition bedeutet. Der Verschluss functionirt sehr sicher.

Fig. 295.



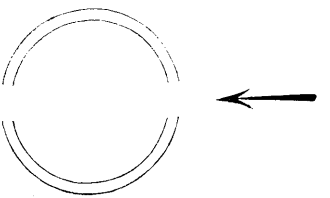


Fig. 296.

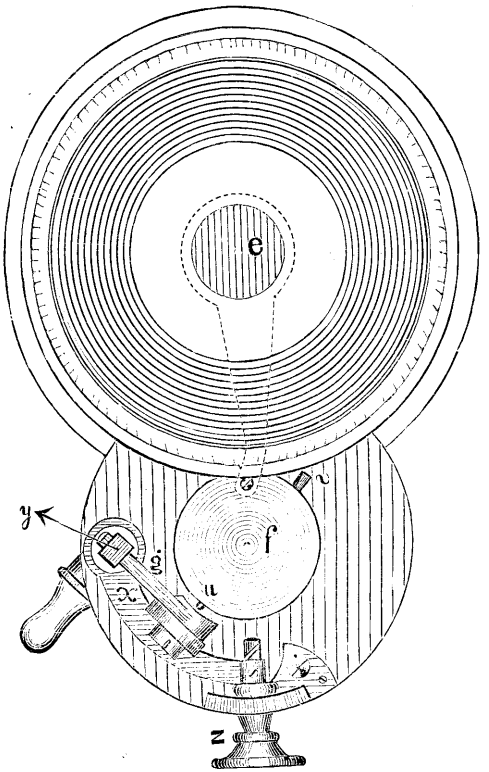


Fig. 294 h.

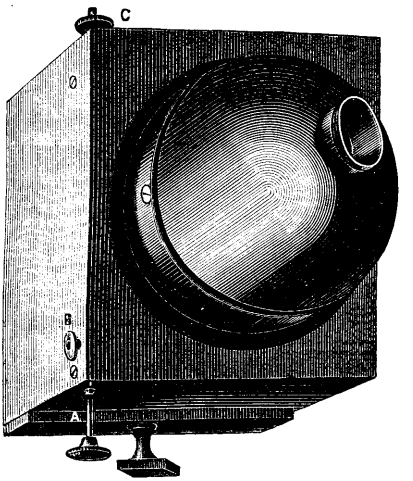


Fig. 297.

VIII. Momentverschluss in Form eines sich drehenden Hahnes oder einer Halbkugel.

In diese Categorie gehörten jene Verschlüsse, welche aus einem sich um seine Achse drehenden Hohlcylinder angefertigt sind und zwei Oeffnungen (ähnlich wie der Hahn einer Gasleitung) besitzen.

Fig. 295 zeigt die Anordnung des hahnartigen Momentverschlusses in geschlossener Stellung; Fig. 296 in offener Stellung, in welcher die Oeffnungen zweier Metallcylinder correspondiren, so dass Licht eintreten kann.

Einen derartigen Momentverschluss wendete bereits Bolas bei seiner Detectivcamera im Jahre 1881 an (Phot. News. 1881. S. 231). Auch Candeze (Bull. Soc. franç. 1882. S. 177) und J. B. Obernetter brachten einen hahnartigen Verschluss derartig an, dass die Drehungsachse zwischen den Linsen sich befindet.

Einen ähnlichen Momentverschluss construirte Werber (Moniteur de la Photographie. 1889. S. 170) und war auch bei dem „Photosphère" (einem von der Compagnie française de photographie in Paris im Jahre 1889 in den Handel gebrachten und gut functionirenden Momentapparat[1]) angewendet worden, bei welchem ein halbkugelförmig gebogenes und in der Mitte mit einer Oeffnung versehenes Blech hinter dem Objective sich (drehend) vorbeibewegt; um Raum für diese Vorrichtung zu schaffen, ist der Vordertheil der Camera halbkugelförmig geformt (s. Fig. 297). Durch Ziehen bei der Nabe *A* wird der Verschluss gespannt, durch Drücken am Knopfe *B* ausgelöst.

IX. Verschiedene Momentverschlüsse mit Klappen.

Die Momentverschlüsse mit Klappen können entweder durch irgend eine federartig wirkende Kraft oder durch die Schwerkraft in Bewegung gesetzt werden. Im ersteren Falle sind sie von der Richtung, in der der Verschluss wirkt, gleichfalls vollkommen unabhängig. Man kann dabei die eben genannten Federn auf zwei ganz verschiedene Weisen wirken lassen, indem sie nämlich entweder gespannt werden und nach der Auslösung schnell das Objectiv öffnen und wieder verschliessen, oder indem eine andere Kraft das Objectiv öffnet, welches dann beim Aufhören jener ersten Kraft durch eine Feder wieder geschlossen wird. In diese letztere Klasse gehört auch der Seite 279 erwähnte pneumatische Objectiv-Verschluss, der bei möglichst schneller Benutzung immerhin eine Exposition von nur $^1/_3$ Secunde gestattet.

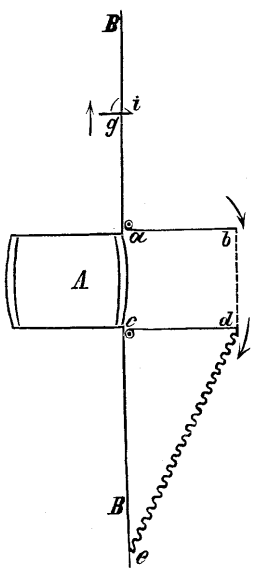


Fig. 298. Klappen-Verschluss.

Dennoch muss im Auge behalten werden, dass bei so schnellem Arbeiten von beiden Seiten gegen einander wirkende Klappen die Ränder des Gesichtsfeldes bedeutend kürzer exponiren als die Mitte. — Alle Klappenverschlüsse, welche eine möglichst gleichmässige Belichtung des Gesichtsfeldes bezwecken, müssen mit in derselben Richtung wirkenden Klappen versehen sein, in der Weise, wie es die Fig. 298 veranschaulicht. Dort bedeutet *A* das Objectiv, *BB* die Vorderwand der Camera, *ab* und *cd* zwei um *a* und *c* drehbare Klappen, die bei *b* und *d* durch zwei sich diagonal kreuzende Arme so verbunden sind, dass sie stets ihre Parallelität bewahren müssen. Der Punkt *d* ist nun mit dem Punkt *e* der Camerawand durch eine starke Spiralfeder verbunden, welche bestrebt ist, die Klappe *cd* ganz gegen die

1) In Wien bei Türkel & Steiner käuflich.

Camerawand, und somit *a b* vor das Objectiv zu klappen. Wenn nun der Punkt *b* mit dem daran befindlichen Schnepper bei *i* eingehakt wirkt, so ist das Objectiv gleichfalls, jetzt aber durch *c d* verdeckt, und die Feder *d e* aufs Höchste gespannt. Drückt man jetzt in der Richtung des Pfeiles gegen die Zunge *g*, so zieht die Feder beide Klappen schnell vor dem Objectiv vorbei, dieses dabei öffnend und schliessend. Um die Schnelligkeit des Momentverschlusses zu modificiren, kann man die Distanz des Punktes *e* vom Objectiv variabel machen, und ausserdem über das durch die Kanten *b* und *d* begrenzte Rechteck eine Platte mit einem breiteren oder schmäleren Schlitz legen, der dann durch die Feder vorüberbewegt wird. Diesen Schlitz kann man, wenn die ganze Bewegung in horizontaler Richtung stattfindet, auch dreieckig machen, um den Himmel kürzer zu exponiren; überhaupt wird es sich in diesem Falle empfehlen, die Backen verstellbar zu machen. Ob man an Stelle der Feder ein starkes Gummiband verwenden will, bleibt natürlich dem Ermessen des Einzelnen überlassen.

Sehr bequem, aber auch nur sehr geringer Variation fähig sind alle Apparate, die nur oder hauptsächlich auf der Schwerkraft beruhen. (Vergl. die auf Seite 298

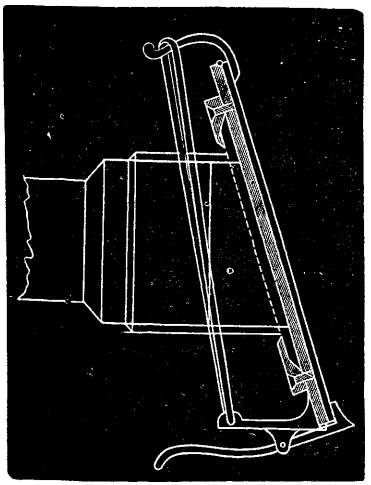


Fig. 299. Ross'scher Momentverschluss.

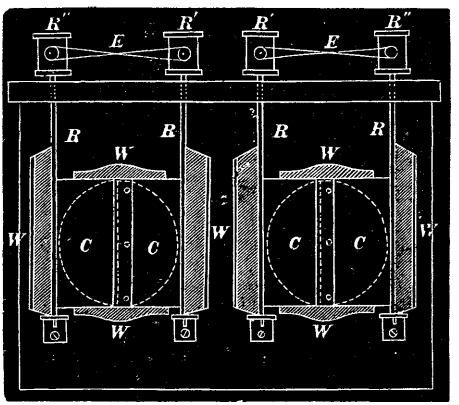


Fig. 300. Skaife's Momentverschluss.

beschriebenen Verschlüsse.) Von schnellerer Wirkung ist ein System zweier verbundener Klappen, wie das oben beschriebene, die, durch Schwerkraft getrieben, in senkrechter Richtung herabfallen. Leider gewähren sie nicht die Möglichkeit grosser Variation in der Belichtung verschiedener Theile derselben Platte, wenn man nicht, wie Busch es in einem seiner Apparate gethan hat, die Schnelligkeit der Bewegung zum Schluss wieder durch die Gegenwirkung einer Feder aufheben und hierdurch die Construction wesentlich compliciren will. Die Intensität der Belichtung im Ganzen kann nur durch die Breite des durch die fallenden Klappen bewegten Spaltes modificirt werden, so dass dieser Construction in jeder Beziehung ihre Grenzen ziemlich eng gesteckt sind. — Von allen Klappenverschlüssen gilt, dass sie uur dann im Innern der Camera sich anbringen lassen, wenn der Abstand zwischen Objectiv und Platte gross genug ist (Stolze, Phot. Wochenbl. 1881. S. 221).

Beim Ross'schen Momentverschluss wird das Oeffnen und sofortige Schliessen der Klappe durch eine einfache Vorrichtung automatisch besorgt. An einem Ende ihres oberen Randes steht ein krummer Metallhebel hervor, über welchen die Schleife

einer elastischen Schnur gespannt ist, welche an einem Arme am unteren rückwärtigen Rande der Grundplatte festgemacht ist. Sobald der Verschlusshaken ausgehoben wird, zieht die elastische Schnur die Klappe in die Höhe; sobald sie an einem gewissen Punkte angelangt ist, gleitet sie vom Hebel ab und die Klappe fällt zurück (Fig. 299[1]). Dieser Verschluss fand in neuerer Zeit wieder Anwendung.

Momentverschlüsse, bei welchen sich zwei Thüren vor dem Objectiv rasch öffnen und schliessen, construirte bereits Skaife (1840).

Skaife's Momentverschluss besteht in Folgendem[2]):

Zwei durch punktirte Linien in Fig. 300 angedeutete Oeffnungen werden in einen Holzrahmen geschnitten, welcher in einer unmittelbar hinter den Linsen befindlichen Fuge läuft (auf dieselbe Art, wie das Einstellglas eingepasst ist). An der Seite zunächst dem Plattenrahmen ist ein Paar von Schliessern (*C C*) an einem Paar von Stahlstäben (*R R*), welche beiläufig die Grösse von Stricknadeln haben, angenietet. Jedes Paar von Schliessern ist aus vulcanisirtem Kautschuk etwa in der Dicke einer starken Karte gemacht und öffnet sich in der Mitte wie ein Paar Klappenthüren. Jeder Schliesser hat eine Grösse von $2^1/_4$ mit $1^1/_8$ Zoll. An einem Schliesser eines jeden Paares ist ein Streifen von Kautschuk angebracht, welcher den mittleren Spalt deckt; längs der Ränder der Schliesser sind Holzstreifen (*W W*) befestigt, um das Licht auszuschliessen. Die Stäbe (*R R*) bilden die Charniere der Schliesser, da ihre unteren Enden in kleinen Messinglagern stecken, die oberen durch das Holz im Obertheil des Rahmens gehen, so dass sie sich frei umdrehen können. An dem äusseren Ende eines jeden Stabes ist eine kleine Rolle (*R'*) befestigt. In jede von diesen sind Schrauben (*S*) eingelassen, und über jedes Paar ist ein Stück einer elastischen Schnur (*E*) gespannt, in der Art wie die Zeichnung zeigt. Auf diese Art werden die Schliesser ganz geschlossen gehalten, indem die zusammenziehende Wirkung der Schnur die Rollen (*R'*), in welche ihre Haspen eingeführt sind, in der Richtung nach einwärts gegen einander drückt.

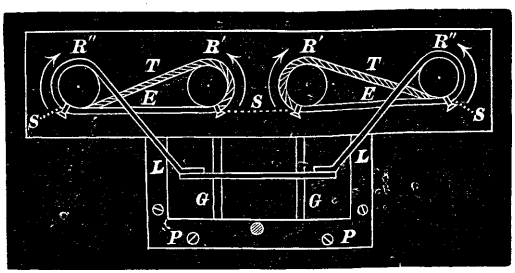


Fig. 301. Skaife's Momentverschluss.

Soviel über die Einrichtung im Zustande der Ruhe. Nun muss die Erfindung beschrieben werden, welche die Schliesser rasch öffnet und schliesst, und deren Details in den früheren Zeichnungen der leichteren Auffassung wegen absichtlich weggelassen wurden. Zwei Lederstreifen (*L L*), in welche je ein Loch geschnitten ist, um die elastische Schnur (*E*) und den Spagat (*T*) durchzulassen, sind mittels der Schrauben (*S S*) an den äusseren Rollen (*R''*) befestigt. Zwei Spagatstücke (*T T*) gehen von den Schrauben an den äusseren Rollen zu jenen an den inneren (*R' R'*), wie in Fig. 301 angezeigt ist. Die inneren Enden der Lederstreifen sind an eine Messingplatte, den sogenannten Hammer (*B*) befestigt, welche zwei Löcher hat, durch welche zwei Stahldraht-Stangen (*G G*) gehen, die in einem am Obertheile des Dunkelkastens festgeschraubten Messingrahmen befestigt sind. Man wird sehen, dass, wenn der Hammer zurückgestossen wird, die

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. für 1862. S. 79.

2) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. S. 70; aus Brit. Journ. Phot.

Lederstreifen die äusseren Rollen ($R'' R''$) in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung herumdrehen; und da die Wirkung sich gleichzeitig auf die Spagatstücke ($T T$) erstreckt, so werden auch die inneren Rollen ($R' R'$) in der bezeichneten Weise gedreht. Da nun die Rollen und mit diesen die Stahlhaspen durch den inneren Druck des Hammers herumgedreht werden, so müssen sich die Schliesser nach auswärts drehen oder öffnen. Sobald der Hammer losgelassen wird, wirken die elastischen Schnüre ($E E$) auf die Schrauben in den Rollen so zurück, dass dieselben gegen einander gedreht werden, und die umgekehrte Thätigkeit der Vorrichtung bewirkt die Schliessung der Thüren. Man kann den Hammer einfach durch den Druck mit dem Finger zurückdrängen und dann frei lassen, so dass man nach Belieben eine augenblickliche oder eine längere Belichtung geben kann; oder man kann zu augenblicklichen Belichtungen die mechanische Hilfe eines Drückers benutzen, welcher auf den Hammer schlägt, ihn weit genug zurückdrückt, dass die Schuber sich öffnen, dann über den Hammer geht, welcher, sobald er losgelassen worden ist, die entgegenwirkende Kraft der elastischen Schnüre in Thätigkeit setzt, und so die Thür wieder schliesst.

Einen Objectiv-Verschluss mit zwei sich öffnenden Thüren liess sich Beisgen in Deutschland 1879 patentiren.

X. Anhang.

Spink's pneumatischer Verschluss gestattet eine mässig kurze und beliebig lange Exposition (Phot. News. 1882. S. 321). In Fig. 302 sind die beiden beweglichen Hälften $E E$ (Verschlussplatten) halb offen. In dem Cylinder A schliesst die leicht bewegliche Scheibe B luftdicht an den Wandungen. Wird mittels des Kautschukschlauches G ein Gummiball an den Apparat befestigt und gedrückt, so steigt die Scheibe B in die Höhe und öffnet mittels der Hebel D die Verschlussplatten. Bei der Oeffnung C entweicht die Luft. Lässt der Druck auf den Gummiball nach, so sinkt die Platte B und die Verschlussplatten schliessen sich, indem sie sich in der Richtung des Pfeiles bewegen.

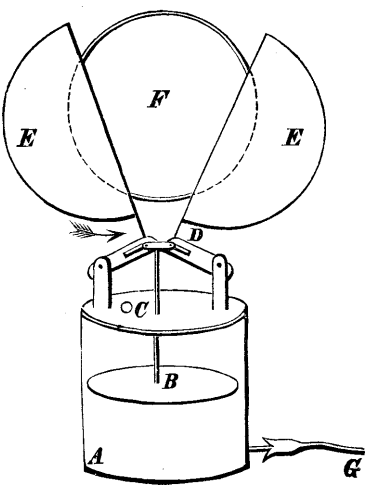


Fig. 302. Spink's pneumatischer Verschluss.

Einen auf ähnlichen Principien beruhenden Apparat construirte Zschokke in München (1886) und Français in Paris (1890), bei welchem sehr guten Verschluss zwei Platten von der Mitte aus nach rechts und links öffnen, wie dies in Fig. 302 angedeutet ist. Jedoch ist der Bewegungsmechanismus ein anderer und functionirt besser.

NEUNZEHNTES CAPITEL.

DIE CAMERA OBSCURA UND DEREN ZUBEHÖR.

Die Camera obscura, schlechtweg „Camera“ oder „Dunkelkasten“ genannt, nimmt wohl nur die zweite Stelle im Apparate ein; dennoch darf sie nicht mit Nachlässigkeit angefertigt werden, weil eine schlecht gearbeitete Camera dem Photographen grosse Schwierigkeiten bereiten kann.

Die Camera wird meistens aus Mahagoni- oder Nussbaumholz, seltener aus Teakholz oder dergl. gefertigt und an den Ecken durch Messingbeschlag verstärkt; jedoch sind auch Cameras ganz aus Metall (z. B. Messing, oder in neuerer Zeit Aluminium) oder aus gewebtem Zeug, Carton etc. in Verwendung.

Die Camera soll polirt sein. Die Politur ist nicht nur zum Schmuck und zur Zierde, sondern sie ist zur Vollendung eines guten Instrumentes unumgänglich nöthig, weil sie ein treffliches Schutzmittel gegen Nässe ist.

Es gibt verschiedene Arten von photographischen Cameras, deren wichtigste hier vorgeführt werden.

I. Die einfache Kasten-Camera ohne Auszug.

Die einfache Kasten-Camera der ältesten Form besteht aus einem Holzkästchen (Fig. 303), an dessen einer Seite die Linse befestigt ist, während an der anderen Seite in einem Rahmen (Cassette) eine mattgeschliffene Glasscheibe (Visirscheibe) sich befindet.

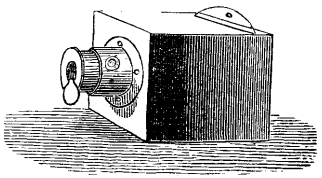


Fig. 303. Einfache Kasten-Camera.

Auf dieser matten Scheibe wird nun das Bild verkehrt sichtbar. Erscheinen die Conturen des Bildes nicht scharf, so schiebt man entweder die Linse (das Objectiv) in seiner Metallfassung vor oder rückwärts (Scharf-Einstellen des Bildes).

Eine Camera ohne Auszug ist nur dann verwendbar, wenn geringe Verschiebungen am Objectiv genügen, das Bild einzustellen. Dies wird

z. B. der Fall sein, wenn Aufnahmen in kleinem Format oder von bestimmter Grösse mit einer Linse von bestimmter Brennweite gemacht werden sollen. Jede solche Kasten-Camera passt nur für Linsen, welche eine zur Tiefe des Kastens im richtigen Verhältniss stehende Brennweite haben (vergl. Seite 243).

Die alten Daguerreotyp-Cameras hatten eine solche Kasten-Form (s. Fig. 21, Seite 37).

Sie waren entweder viereckig oder cylindrisch.

Voigtländer zog in den vierziger Jahren für Daguerreotyp-Cameras die Form eines cylindrischen Rohres aus Messing (*A*), wie in Fig. 304, vor. Bei *f* befand sich das Objectiv mit dem Deckel; *c* Trieb des Objectives. Bei *e* war die Röhre auseinander zu nehmen; daselbst befand sich die matte Scheibe (resp. die empfindliche Platte). Der Ansatz *h* trug die Lupe *i*, welche das Scharf-Einstellen ermöglichte. Das Stativ *n* konnte auf einen Tisch gestellt werden. Auf den Trägern *ee* ruhte die Camera[1]).

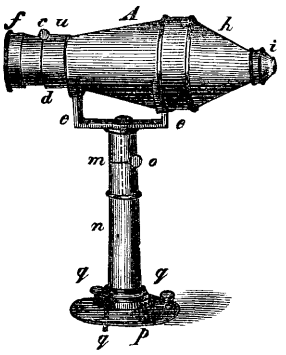


Fig. 304.
Voigtländer's Daguerreotyp-Camera.

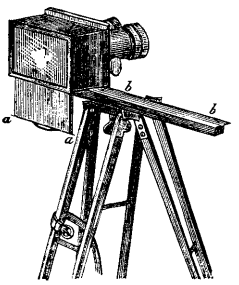


Fig. 305.

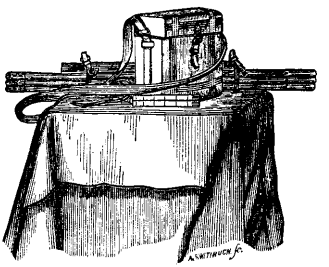


Fig. 306.
Melhuish's Metall-Camera.

Melhuish kam 1858 nochmals auf die Verwendung von Metallblech zur Camera zurück, weil dieser Stoff von keinem Wechsel des Klimas etc. berührt wird. Er benutzte galvanisch versilbertes Kupferblech und hob hervor, dass bezüglich des geringen Raumes eine solche Camera alle anderen übertrifft[2]). Fig. 305 und 306 zeigen Melhuish's Stereoscop-Camera.

Kleine Reisecameras, aus einem einzigen Kästchen bestehend, bei welchen nur die Objectivhülse verschiebbar ist, werden gegenwärtig als Dilettanten-Apparate in den Handel gebracht und sind das Vorbild für die modernen Momentapparate mit fixer Einstellung (s. u.)

II. Die Kasten-Camera mit Auszug.

Grösseren Spielraum in der Verwendung gestattet die Kasten-Camera mit Auszug. Sie besteht aus einem Kasten *B* (Fig. 307), worin sich

1) Dingler's Polytechn. Journ. 1842. Bd. 83, S. 85 u. 187. Halleur, Die Kunst der Photographie. 1853. S. 22.

2) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 1, S. 51; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 7, S. 1.

ein zweiter Kasten *A* hin- und herschieben lässt. In diesem letzteren befindet sich der Rahmen mit dem matten Glase *C*. Um den verschieb-

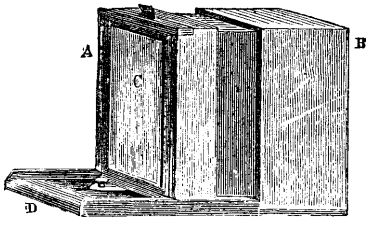


Fig. 307. Kasten-Camera mit Auszug.

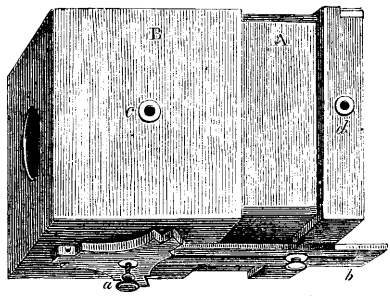


Fig. 308. Camera ohne Fussbrett.

baren Kasten *A*, schlechtweg der Auszug genannt, in bestimmter Lage festhalten zu können, ist das mit *B* verbundene Brett *D*, wie Fig. 307 zeigt, mit einem Spalt versehen und an den Kasten *A* ein Messingstreifen befestigt, von dem aus eine Klemmschraube in den Spalt hinabreicht. Dadurch kann man der Camera obscura innerhalb gewisser Grenzen jede beliebige Länge geben, je nachdem man den Kasten *A* einschiebt oder auszieht und ihn mit der Klemmschraube feststellt. Das Objectiv befindet sich an der Vorderseite des Kastens *B*.

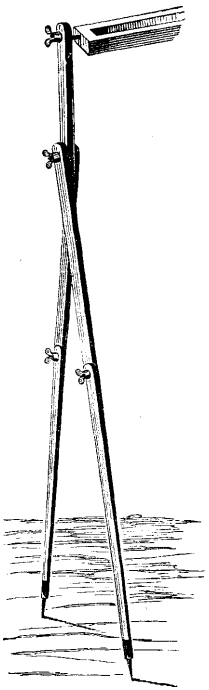


Fig. 309. Ergänzungsfuss des Stativs.

Die eben beschriebene Camera hat nur einen Auszug *A*, doch gibt es auch solche, die mehrere Auszüge haben [1]).

Sie bestehen entweder aus mehreren in einander geschobenen Holz- oder innen geschwärzten Kupfer-Kästen [2]); diese Apparate sind jedoch als gänzlich veraltet zu bezeichnen, da sie viel zu schwerfällig sind.

Der in Fig. 307 dargestellten Form wurden sehr oft verschiedene Nebendinge beigegeben, welche zu ihrer Verbesserung wesentlich beitragen. So wird z. B. der Auszug *A* durch Zahn und Trieb bewegt, das gewöhnliche matte Glas durch mattes Spiegelglas ersetzt und das Objectiv an einem beweglichen Brettchen befestigt. Die allerwesentlichste Abänderung ist aber die Vertauschung der viereckigen Form mit der rechtwinkligen, weil man dadurch befähigt wird, sowohl Aufnahmen in der Länge als in der Breite zu machen, indem man bloss die Stellung des Brettchens zu ändern braucht (Fig. 308). (Monckhoven.)

1) Vergl. über die Camera mit mehrtheiligem Auszug: Buehler, Atelier und Apparat des Photographen. 1859. S. 169.

2) Z. B. nach Jamin, Bull. Soc. franç. Phot. 1858. S. 288.

Die Form in Fig. 308, ohne Fussbrett, wurde besonders im Felde für sehr grosse Cameras verwendet, doch bedient man sich dabei eines Ergänzungsfusses (Fig 309), um das Ganze fester zu stellen. Der Vordertheil des Kastens *B* hat ein rundes Loch zur Aufnahme des Objectives. Unten und an der Seite (*C*) befinden sich messingene Schraubenmuttern, zu welchen Druckschrauben, wie in *a*, passen. Der Auszug *A* hat ebenfalls zwei gleiche Stücke, das eine sieht man in *d*, in dem anderen, unten befindlichen, steckt eine Druckschraube. Der in Fig. 308 sichtbare Triangel des Stativs ist nicht einfach, sondern hat eine Aushöhlung, in welche sich eine Holzleiste (*b*) schieben lässt, welche in der Mitte eine Spalte hat, die zwei Druckschrauben durchlässt. Wenn man also die Schraube *a* anzieht, erhalten sowohl der Kasten *B*, als auch die Leiste *b* und der Triangel des Stativs eine sehr grosse Befestigung. Der Auszug *A* lässt sich nach Belieben ausziehen, einschieben und befestigen. Uebrigens kann man das Instrument auch auf die Seite legen. Dazu dienen die messingenen Schraubenmuttern in *c* und *d*. Man ist also im Stande, nach Belieben Bilder von breitem und hohem Formate aufzunehmen.

Ueber Detectiv- und Moment-Apparate mit fixer Einstellung s. u.

III. Allgemeines über die Balg-Camera.

Die Bestrebung, vereinfachte und tragbare photographische Apparate zu construiren, bewog Séguier in Paris schon 1839 die Camera für Daguerreotypien mit blasebalgförmigem Gehäuse zu versehen, so dass sie sich zusammenfalten und an einem Henkel leicht tragen liess. Der Apparat wurde in einen Kasten eingeschlossen, welcher auch das Jodkästchen, das Quecksilberkästchen, Schalen etc. enthielt. Um den Dreifuss wurde ein Mantel von undurchsichtigem Zeug gehängt, welcher ein Dunkelzelt bildete[1]). Dieser Apparat wurde von Séguier in der Sitzung vom 9. October 1839 der Société d'encouragement vorgelegt.

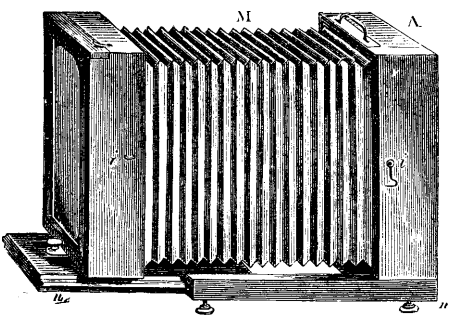


Fig. 310. Balg-Camera.

Die Camera mit Blasebalg-Auszug hat sich vollständig eingebürgert und die Kasten-Camera fast ganz verdrängt.

Der Holz-Auszug der Kasten-Camera wird bei der Balg-Camera durch einen ganz wie die Bälge der Ziehharmonika oder Blasebälge gefalteten grossen Balg aus dunkler Leinwand (meistens mit Lederecken besetzt), aus Leder oder Kautschukleinwand ersetzt, der sich zwischen den beiden Hälften einer Camera ausziehen und zusammenschieben

1) Bull. Soc. d'encouragement. März 1840. Dingler's Journ. Bd. 76, S. 129.

lässt[1]). Diese Einrichtung bietet neben grosser Leichtigkeit den Vortheil, dass man die Camera auf einen engen Raum zusammendrücken und auf eine bedeutende Länge ausziehen kann. Dadurch ist es möglich, die Camera für Objective von sehr verschiedener Brennweite zu verwenden.

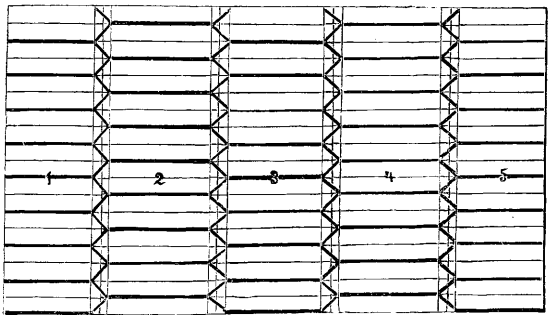


Fig. 311. Zusammenfaltung des Blasebalges.

Fig. 312.

Fig. 310 zeigt die einfachste Form der Balg-Camera. *A* vordere Camera-Hälfte, welche das Objectiv trägt; *M* Blasebalg; *nn* Bodenbrett oder Schlitten (Schwanzbrett), auf welchem die Camera gleitet und durch Schrauben fixirt werden kann. An den Seiten befinden sich

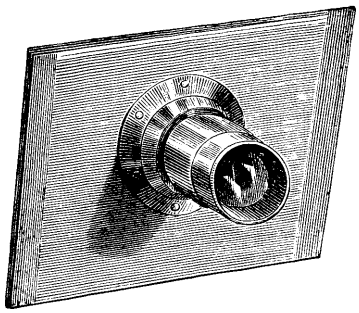


Fig. 313.
Objectiv-Brett.

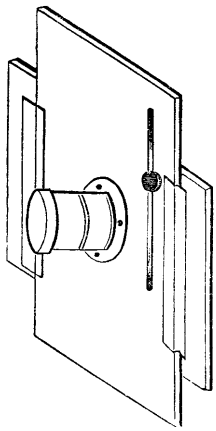


Fig. 314. Verschiebbares Objectivbrett.

Haken und Oesen *ii*, welche die zusammengeschobenen Hälften fest verbinden.

---

1) Die Faltung des Blasebalges ist nicht ganz gleichgültig, weil nicht jede Art das weite Auseinanderziehen des Apparates gestattet. Zu empfehlen ist die Art des Zusammenlegens des Balges aus einem Stück von Hacket (Yearbook of Phot. 1876. S. 109), wie sie Fig. 311 zeigt. Das in Fig. 312 abgebildete Falzinstrument erleichtert die Arbeit. — Fast immer ist der Balg viereckig, Pearson und Denham schlugen jedoch einen kreisrunden Balg für ihre „Circumbra-Camera“ vor (The Amateur-Photogr. 1890. S. 337).

An der Rückseite ist die Visirscheibe angebracht, welche aus mattgeätztem Glase besteht, und mittels welcher das Bild scharf eingestellt wird; an ihre Stelle kommt dann die Cassette mit der empfindlichen Platte.

Das Objectiv wird mittels eines Ringes an ein leicht herauszunehmendes, lichtdicht schliessendes Brett (das „Objectiv-Brett"), wie Fig. 313

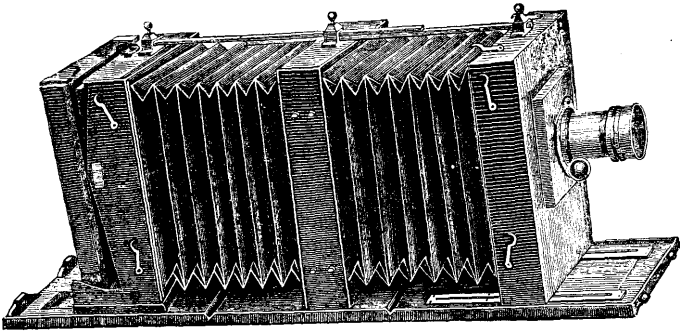


Fig. 315. Camera mit doppeltem Blasebalg-Auszuge.

zeigt, angeschraubt, und dieses in die Vorderwand der Camera eingelassen. [Ueber die normalen Dimensionen hierbei s. Seite 197.]

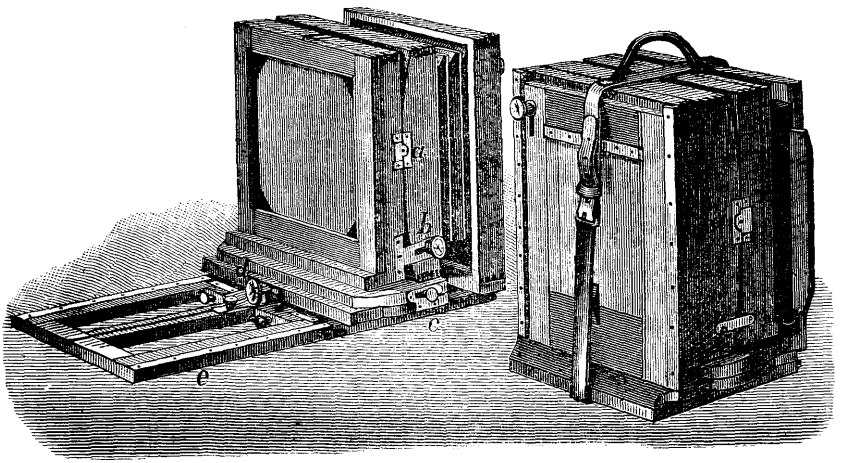


Fig. 316 und 317. Camera mit verstellbarer Visirscheibe.

Das Objectiv-Brett soll namentlich für Landschafts- und Architektur-Aufnahmen so eingerichtet sein, dass man es hoch und tief stellen und womöglich auch seitlich verschieben kann. Durch die Bewegung des Objectives kommt das Bild höher oder tiefer auf der Visirscheibe zu liegen, so dass das (oft schädliche) Neigen der ganzen Camera überflüssig wird. Fig. 314 zeigt, wie man dies auf leichte Weise erreichen

und das Brett in beliebiger Lage verschieben kann. Selbstverständlich darf der Ausschnitt der Vorderwand der Camera nicht so gross sein, dass bei stärkerer Verschiebung des Objectiv-Brettes fremdes Licht in die Camera treten könnte.

Fig. 315 zeigt eine neuere Camera mit doppeltem Blasebalg-Auszug. Sie besteht aus drei Theilen *aaa*, welche durch zwei Blasebälge verbunden sind und einen Massstab zum Messen der Länge des Blasebalges haben. Das Objectiv ist verstellbar, ebenso die Visirscheibe, und zwar nicht nur nach vorn und rückwärts, sondern sie kann auch schräg gestellt werden.

Fig. 316 und 317 zeigen eine andere moderne Camera. Der Rahmen mit der Visirscheibe ist bei *a* drehbar und kann horizontal und vertical geneigt (schräg zum Objectivbrett gestellt) werden. Die Schraube *b* sowie *c* dienen zum Fixiren der schräg gestellten Visirscheibe. Die Schraube *d* dient zum Scharf-Einstellen. Das Bodenbrett ist bis *e* verlängert und kann aufgeklappt werden. Fig. 317 zeigt die Camera zusammengelegt[1]). — Verschiedene andere Camera-Arten werden weiter unten beschrieben.

IV. Bewegung und Feststellung der Camera-Vorder- und Rückwand.

Die Bewegung der Visirscheibe oder des Camera-Vortheiles oder beider nach vorne oder rückwärts geschieht entweder mittels einer

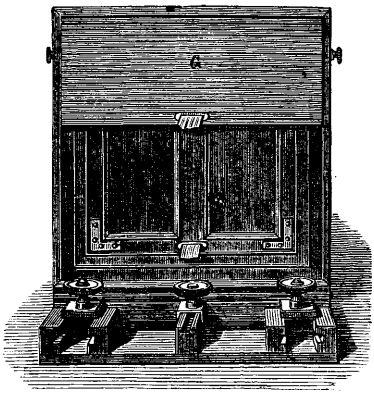


Fig. 318. Führung und Einstellvorrichtung.

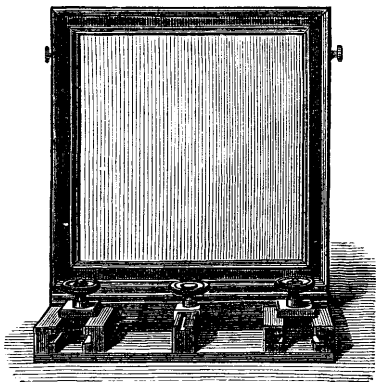


Fig. 319. Camera mit Jalousie-Cassette.

Schraubenspindel (besonders bei der Reise-Camera, s. unten) oder mit Zahnrädern; das Feststellen erfolgt durch Anziehen einer Klemmschraube. Ausserdem sind bei den vollkommenen Cameras Vorrichtungen ange-

1) Taylor, The photographic amateur. New-York. 1881.

bracht, um Vorder- oder Rückwand schräg zur Achse des Apparates zu neigen, was beim Einstellen mitunter förderlich ist[1]).

Bei grossen Cameras ist es gut, die Camera in doppelter Führung zu bewegen. Fig. 318 zeigt, wie der rückwärtige Theil der Camera (mit der Visirscheibe) rechts und links in Schienen läuft; eine Schraube mit Zahnrad und Zahnstange in der Mitte dient zum Scharfeinstellen. In Fig. 319 ist eine Cassette mit Jalousie-Schieber eingesetzt; in der abgebildeten Stellung des Schiebers *G* ist die Cassette zum Theil offen.

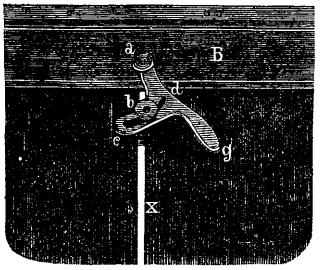


Fig. 320. Vorrichtung zum Scharfeinstellen.

Ausser dem hier (Fig. 318) und später (siehe unten) abgebildeten Trieb mit Zahnstangen sowie der Schraubenspindel wurden noch andere Vorrichtungen zum präcisen Verschieben der Camera-Rückwand angegeben.

Eine besondere Einrichtung zum Verschieben der Camera für das scharfe Einstellen zeigt Fig. 320 (nach Vogel[2]). *B* ist der Boden des verschiebbaren Rückens der Camera mit der matten Scheibe; *g* das Grundbrett mit dem Schlitz *x*, in dem die Schraube *b* läuft. In *B* sitzt die Schraube *a*, um welche sich das Excentric *d* mit dem Kreisbogen *cd* dreht, dessen Mittelpunkt ausserhalb *a* liegt. Dreht man, nachdem die Schraube *b* festgemacht ist, das Excentric mittels des Griffes *g*, so wird die Visirscheibe hin und her bewegt, leichter als mittels Zahnstange und Trieb. Durch Anziehen der Schraube *b* fixirt man das Ganze.

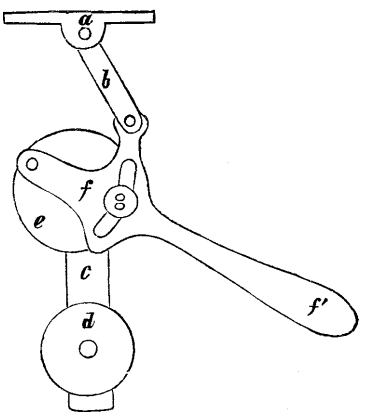


Fig. 321. Vorrichtung zum Scharfeinstellen.

Eine praktische Vorrichtung zum feinen Einstellen besonders für grosse Cameras wurde im Brit. Journ. of Phot. (1889. S. 246; auch Phot. Corresp. 1889. S. 579) empfohlen. Der Hintertheil, welcher zwischen Schienen gleitet, wird mit der Hand roh eingestellt. Die

1) Die normale Stellung der Camera ist jedoch in der Regel die horizontale, und Objectivbrett und Visirscheibe sollen senkrecht stehen (vergl. hierüber S. 251), was mitunter mittels einer Wasserwage controlirt wird.

2) Vogel, Lehrbuch d. Photographie. 1878. S. 272. Phot. Mitth. Bd. 12, S. 215.

feine Einstellung geschieht mit der in der Fig. 321 dargestellten Vorrichtung.

d ist eine Schraube mit Mutter, deren Spindel in einem Schlitze des Laufbrettes läuft; sie ist mittels einer Spange *C* mit der Scheibe *e* verbunden, auf welcher der Hebel *ff'* mit dem an der Fig. 321 sichtbaren Drehpunkt befestigt ist. Die Bewegung des Armes *f'* des Hebels wird auf den Arm *l*, und mittels desselben auf die am Hintertheile der Camera befestigte Platte *a* übertragen. Durch die Schraube *g* wird der Hebel in seiner jeweiligen Lage festgehalten.

Nach der groben Einstellung wird zuerst die Schraube *d* angezogen und dann mittels des Hebelarmes *f'*, je nach Bedürfniss, der Hintertheil der Camera vor- oder zurückbewegt.

Andere Constructions-Details bezüglich der Bewegung der Camera-Theile s. unten bei der speciellen Beschreibung verschiedener Cameras.

V. Das Stativ.

Das Stativ, welches die Camera trägt, ist einiger Beachtung werth; ein Theil von photographischen Fehlern rührt von mangelhafter Construction desselben her.

Die Eigenschaften, welche man von einem Stativ verlangt, sind wohl verschieden, je nachdem es zu Aufnahmen im Freien, im Atelier, zu Porträten oder Karten-Reproductionen dient. Man kann aber fordern: 1. Festigkeit, 2. eine genügende Höhe (bis 2 m), 3. Tragbarkeit und eventuell Leichtigkeit.

Festigkeit ist die wichtigste Eigenschaft und muss daher in Betracht gezogen werden. Die Linse darf zumeist nicht niedriger stehen als das Auge einer stehenden Person. Im Allgemeinen ist es sogar vortheilhaft, wenn sie etwas höher gestellt werden kann, da dadurch nicht nur eine imposante Ansicht von Landschaften geliefert wird, sondern es häufig auch dem Photographen möglich macht, einen unmalerischen Vordergrund zu vermeiden.

Die Camera steht gewöhnlich auf einem hölzernen Ständer oder Stativ mit drei Füssen, welches in den meisten Fällen die Form wie in Fig. 322 hat. Die Füsse müssen sich zusammenschieben (verkürzen) oder verlängern lassen und die Camera soll beliebig geneigt und gedreht werden können; für grössere Cameras wendet man auch Stative mit Holzfüssen und metallenem Stativkopf (Fig. 323) an.

Die Camera kann man dadurch schräg stellen, dass man eines der Beine des Dreifusses weiter entfernt oder einen Fuss verkürzt. Bei sehr starker Neigung wird dadurch die Stabilität sehr beein-

trächtigt[1]); man macht deshalb häufig (bei Ateliers-Cameras) den Camera-Tisch schräg verstellbar, wie dies Fig. 324 zeigt.

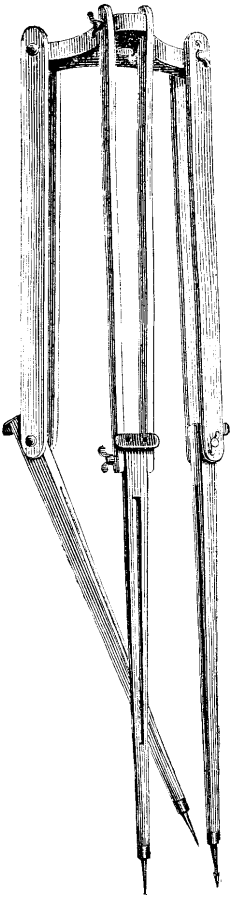


Fig. 322.
Gewöhnliches Stativ mit drei Füssen.

Bei der Anfertigung von Porträten Sitzender und in ähnlichen Fällen neigt man den ganzen Apparat nach vorn. Die Höhe der Camera muss ungefähr eine solche sein, dass eine aus dem Centrum kommende gerade Linie die Oberfläche des Kopfes streift, und dann wird der Camera eine solche Neigung nach vorn gegeben, dass diese Linie den obersten Theil der Brust trifft, wie Fig. 324 zeigt. Es kommen dadurch alle Theile des Sitzenden mehr in eine Ebene zu liegen und die sonst statthabenden Verkürzungen oder Vergrösserungen werden dadurch möglichst geringe. Man stelle auf die Augensterne so scharf als möglich ein; um die grösste Schärfe zu erhalten, ist es Regel, auf das dem Objectiv am fernsten liegende Auge einzustellen.

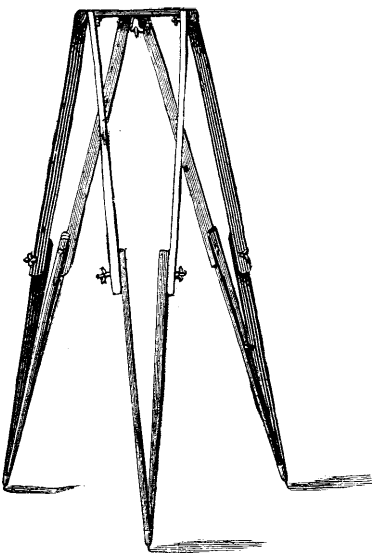


Fig. 323. Eisernes Stativ.

Diese Grundform erfuhr für Zwecke der Reise-Apparate mannigfache Abänderungen (s. u.), während im Atelier sich mehr die tischartigen Camera-Stative einbürgerten.

Die Form von Fig. 325 ist der zweite Typus von gebräuchlichen Stativen[2]).

1) Nimmt man eines der Stativ-Beine zwischen den anderen hindurch, so erzielt man die bedeutendsten Hebungen und Senkungen bei grösster Stabilität.

2) W. Clark's Stativ; es ist aus der Zeichnung leicht verständlich. (Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 160; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 8, S. 229.)

Der Stativfuss *C* bewegt sich in dem hohlen Fuss *E* und kann bei *D* durch eine Schraube fixirt werden. Der Stativtisch *A* kann durch die Schraube *B* geneigt werden.

Fig. 226a stellt eine Camera von Herbst und Firl in Görlitz vor, welche mit einer Excenter-Vorrichtung zum Neigen der Camera versehen ist.

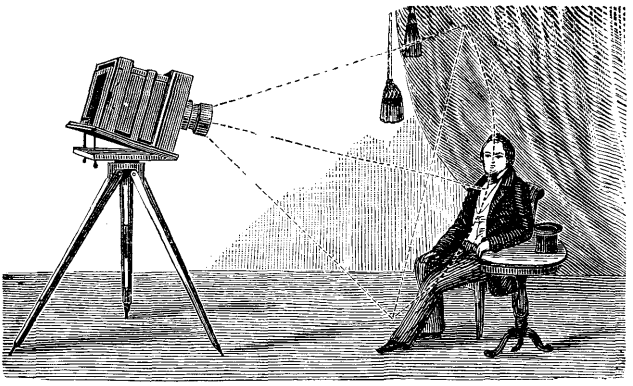


Fig. 324. Neigung der Camera.

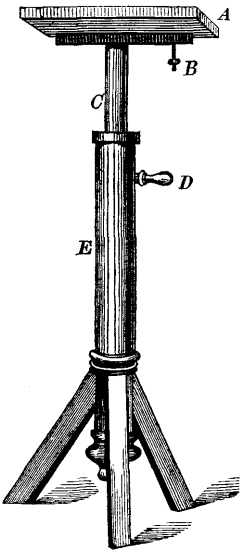


Fig. 325. Clark's Stativ.

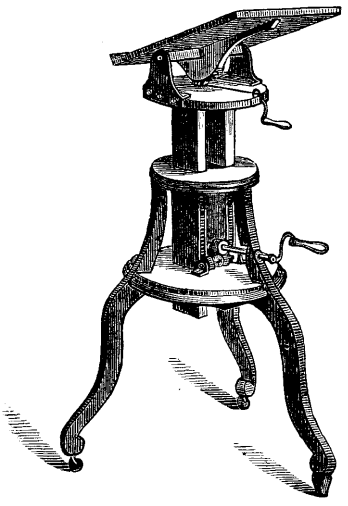


Fig. 326. Stativ für das Atelier.

Ein neueres Stativ mit Kurbeln zum Heben und Senken der Camera, sowie zum Schrägstellen, zeigt Fig. 326. Diese oder ähnliche Formen sind gegenwärtig in den Ateliers sehr beliebt.

Für grössere und schwerere Cameras muss das Stativ drei- bis viersäulig gemacht werden.

Fig. 327 zeigt Stegemann's (Berlin) dreisäuliges und mit dreifachem Trieb versehenes Atelier-Stativ, bei welchem das Stativbrett durch eine Excenter-Vorrichtung geneigt werden kann, was bei Porträtaufnahmen oft erforderlich ist.

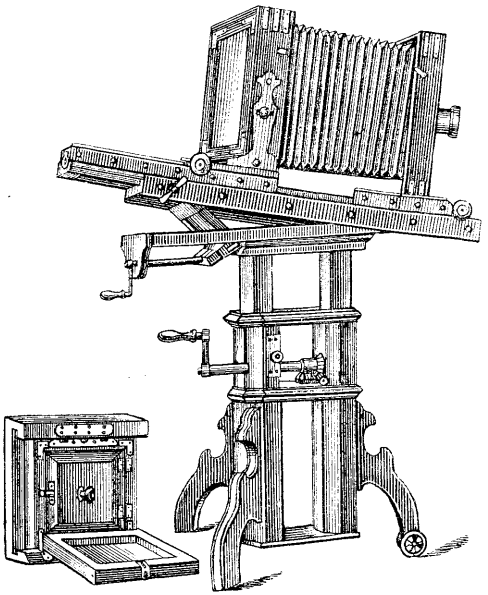


Fig. 226a. Salon-Camera von Herbst u. Firl in Görlitz.

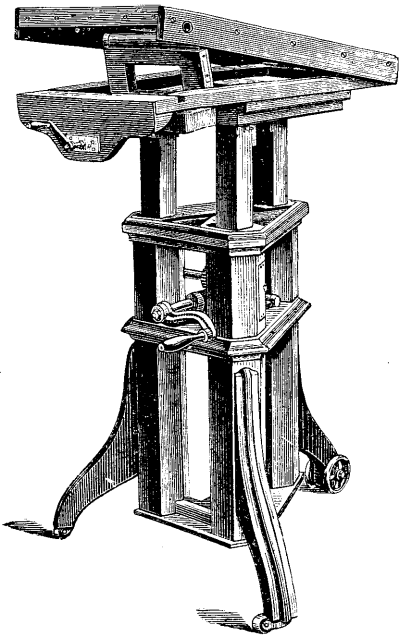


Fig. 327. Grosses Atelier-Stativ.

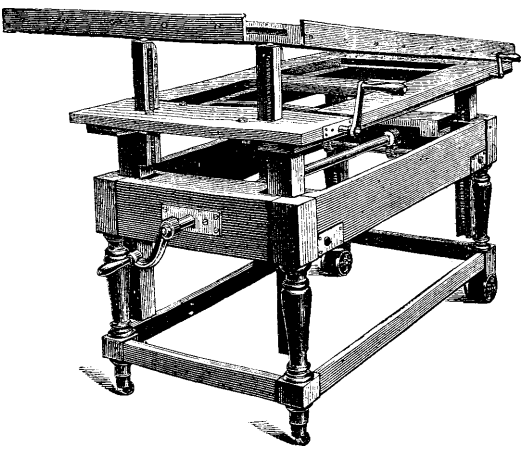


Fig. 328. Grosses Atelier-Stativ.

Die Fig. 328 stellt Stegemann's grösseres Stativ mit vier Füssen dar, bei welchem ein starker Kreuztrieb vermittelst einer Kurbel die an den vier Ecken des Tisches befindlichen Säulen gleichmässig in die Höhe bewegt; die Säulen haben eine Führung in den Füssen.

Fig. 329 zeigt ein dreisäuliges Stativ, ganz aus Eisen verfertigt. Die Kurbel M' dient zum Heben und Senken des Gestelles, welches freie Führung durch die Stangen $TT'T''$ hat. Der obere Theil C kann schief gestellt werden.

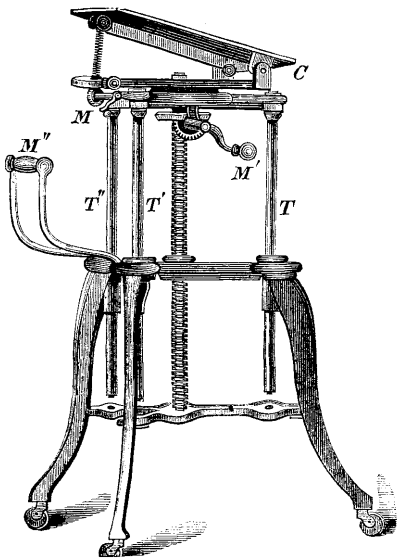


Fig. 329. Stativ aus Eisen.

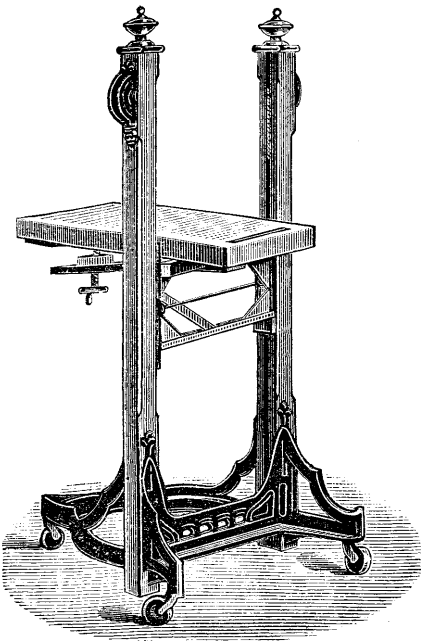


Fig. 330. Codman's Camera-Stativ.

Codman in Boston liess (1890) ein Camera-Stativ für grosse Cameras patentiren, bei welchem die Bewegung mittels Rollen und Schnüren erfolgt, wie aus Fig. 330 und 331 ersichtlich ist.

Andere Constructionen werden unten genauer beschrieben werden.

Die Stative für Reise-Cameras müssen (im Gegensatz zu den Atelier-Stativen) möglichst leicht gebaut sein; sie müssen sich auf kleinem Raum zusammenlegen und beliebig neigen lassen und sollen trotzdem möglichst stabil sein.

Die Stativfüsse bestehen entweder aus einem Stock („Stock-Stativ" s. u.), oder dieselben sind zwei- bis dreitheilig, wie Fig. 332 darstellt. Der Stativkopf ist entweder rund (meistens aus Holz), wie Fig. 332 zeigt, oder aus Messingguss, wie in Fig. 335b abgebildet ist, und bei welchem die Stativfüsse bei uu (ähnlich wie bei Gotz' Stativ s. u.) befestigt werden. Eine Flügelschraube bei r dient zum Befestigen der Camera.

Eine gute Uebersicht der gebräuchlichen Stativformen gibt R. Talbot in Berlin[1]).

Fig. 333a zeigt das dreitheilige Stativ;

„ „ b dasselbe zweitheilig mit Versteifung des Fusses (nach Talbot);

„ „ c Stock-Stativ;

„ „ d zweitheiliges Stativ, bei welchem der untere Theil in den oberen geschoben wird;

„ „ e Watson's viertheiliges Stativ.

Gotz' (London) Stativ besteht aus einem ringförmigen Kopfe (Fig. 334), welcher einen erhöhten Rand hat, worin ein

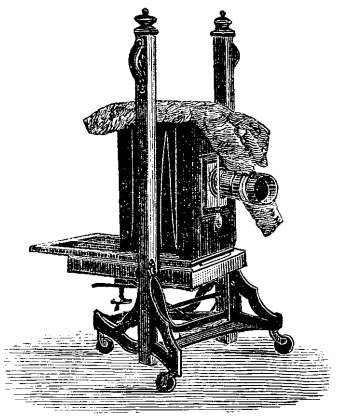


Fig. 331. Codman's Camera-Stativ.

Fig. 332.

am Boden der Camera befestigter Metallring concentrisch passt. Wird nun die Camera aufgelegt, so dass der Ring an der Camera in die Vertiefung des Kopfes kommt, so braucht man nur die Schraube anzuziehen, um die Camera zu fixiren. Das Stativ (Fig. 334) besteht aus drei Füssen mit je drei verschiebbaren Theilen, die mit Schrauben oben und unten festgehalten sind. Die oberen Arme, welche zum Anpacken an den Circularkopf nach auswärts gespannt werden, sind durch eine Art Steigbügel gehalten[2]).

1) Die Amateur-Photographie. 1891.

2) Jahrbuch f. Photographie für 1890. S. 151.

Fig. 335 zeigt ein Stativ, bei welchem die Vereinigung von Stativfüssen und Stativkopf dadurch bewerkstelligt wird, dass die oberen Enden eines jeden Fusses (Fig. 335c) mit den Oeffnungen *ss* in die Zapfen *uu* des aus Messingguss gefertigten Stativkopfes gesteckt werden, und der Fuss hierauf mittels der umlegbaren Messingspange auseinander gespreizt wird[1]). Die Stativtheile werden umgeklappt (Fig. 335a) und beim Auseinanderklappen durch Vorreiber bei *mp* und *nq* fixirt.

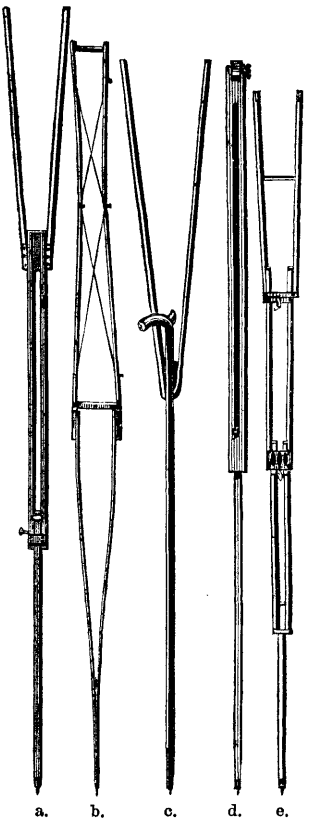


Fig. 333.

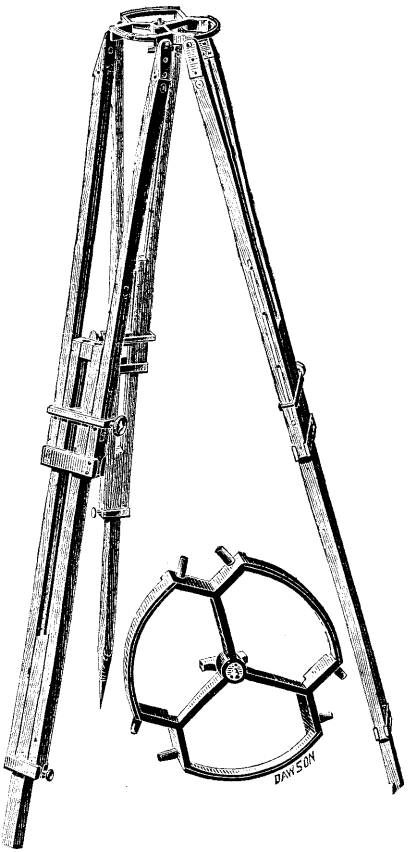


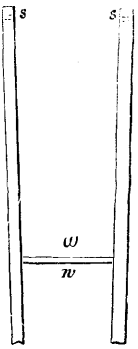
Fig. 334. Gotz' Stativ.

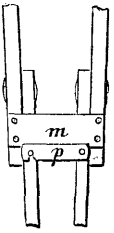
Die Stative bringt man auch in Form von Stöcken, um sie leicht transportabel zu machen; jedoch sind dieselben häufig zu niedrig.

Fig. 336 und 337 zeigen eine gute Form des Reise-Stockstativs (von Stegemann in Berlin); zum Zusammenhalten in Stockform sind unten

1) Figur nach Pizzighelli, Handbuch d. Photogr. für Amateure. Halle a. S. 1891. S. 145.

und oben Metallkapseln, in der Mitte Ringe angebracht. Die Länge beträgt allerdings nur 1,40 m.





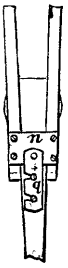


Fig. 335a.

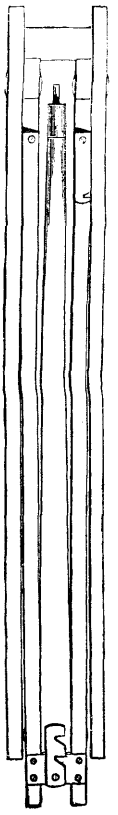


Fig. 335b.

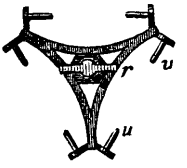


Fig. 335c.

Fig. 336. Fig. 337.

Fig. 338.

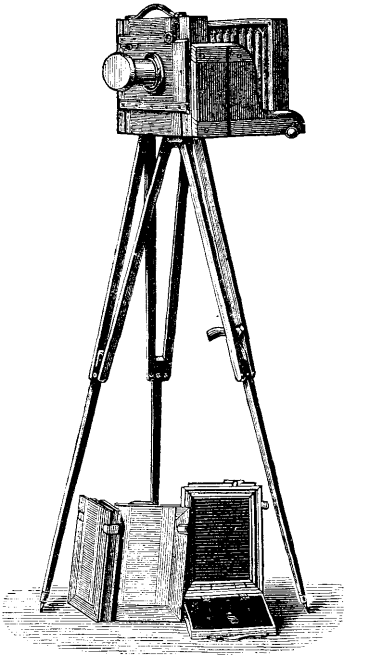


Fig. 339.

Fig. 338 stellt das zusammengelegte Stockstativ von Schroeder (Berlin) dar, Fig. 339 dasselbe aufgestellt und mit der Camera[1]).

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1888. S. 414.

Fig. 340 stellt einen englischen metallischen „Telescop-Dreifuss“ dar, dessen Füsse aus Metallröhren bestehen, welche sich wie ein Telescop zusammenschieben lassen [1]).

Leicht zerlegbare Stative ohne Knie lassen sich aus Stäben, welche sich zerlegen und in ein leicht transportables Bündel vereinigen lassen, herstellen. Relandin legte in der Sitzung der Pariser photographischen Gesellschaft am 15. März 1856 ein solches Stativ vor, bei welchem jeder Fuss aus vier Stäben bestand, welche in der Mitte des Fusses innerhalb eines Ringes verschiebbar waren [2]).

Ein sinnreicher, leicht zusammenlegbarer und zugleich fester Dreifuss ist in Fig. 341 bis 346 abgebildet. Fig. 341 zeigt den Ständer zum Gebrauche aufgestellt Bei A sind die beiden Stäbe eines jeden Fusses durch einen Querstab festgehalten. Eine Eigenthümlichkeit dieses Stativs besteht darin, dass die Füsse nicht vom Kopfe getrennt sind. Fig. 342 zeigt, wie dieses Stativ zusammengelegt wird, was man noch deutlicher aus Fig. 344 ersieht. Der Kopf des Dreifusses wird nämlich aus einem Mittelstück B gebildet, an welchem drei Stäbe mittels Stiften beweglich befestigt sind, mit deren anderen Enden die Glieder D ebenfalls mit Bolzen beweglich verbunden sind und an diese schliessen sich mittels Zapfen die oberen Enden L der Füsse an. Fig. 345 zeigt, wie sich der Kopf des Dreifusses schliesst. Die Knieverbindung K erhellt aus Fig. 346. L ist das obere, l das untere Glied eines der Beine. Das untere Ende von L ist mit einem Röhrenstücke bekleidet, welches so eingeschnitten ist, dass zwei aufgebogene Theile die Hälfte eines Gewindes bilden; die Hälfte der Röhre unterhalb desselben, M, ist ganz weggeschnitten. Das obere Ende von l ist ebenfalls mit einem Röhrenstücke versehen, dessen einer Theil gespalten und auswärts gebogen ist, um die andere Hälfte des Gewindes zu bilden, das hergestellt wird, indem beide Theile durch einen Stift verbunden werden, der von der einen Seite bis zur anderen durchgeht. Die Seiten der Röhre bei M sind etwas einwärts gebogen, so dass sie, wenn das Glied l mit L in eine gerade Linie gebracht wird, gleich einer Feder auf den oberen Theil von l wirken und ihn festhalten. Das Glied L wird nun bis zu N in die Röhre eingelassen. Fig. 343 zeigt den Ständer zusammengepackt. Wenn das Stativ aufgestellt ist, dienen kleine Vorsprünge bei CCC (Fig. 344 und 345) als Halter für die aufgeschraubte Camera [3]).

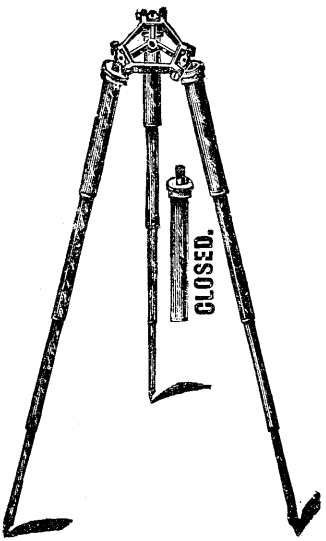


Fig. 340. Telescop-Stativ.

---

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1889. S. 334. — Es wurden auch Metallstative construirt mit dreieckigen Röhren (Phot. Mitth. Bd. 23, S. 209).

2) Horn's Phot. Journ. 1856. Bd. 4, S. 18.

3) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 145; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 7, S. 302.

G. Shadbolt empfahl nach mehrfachen Versuchen nachstehende Form des photographischen Dreifusses[1]), bei welchem Festigkeit bei leichter Tragbarkeit ins Auge gefasst wurde. Fig. 347 zeigt die Enden der vier Stücke, aus denen jedes Bein

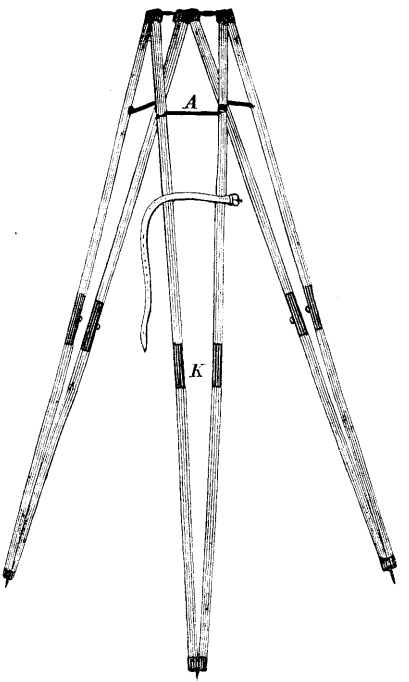


Fig. 341.

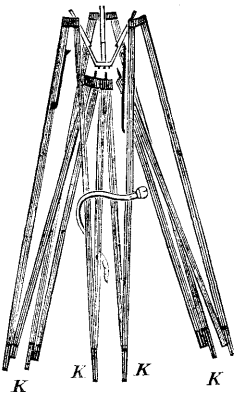


Fig. 342.

Fig. 343.

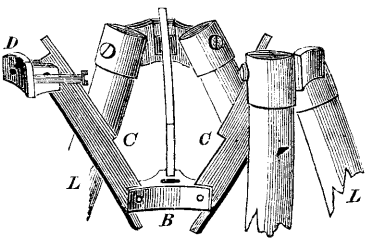


Fig. 345.

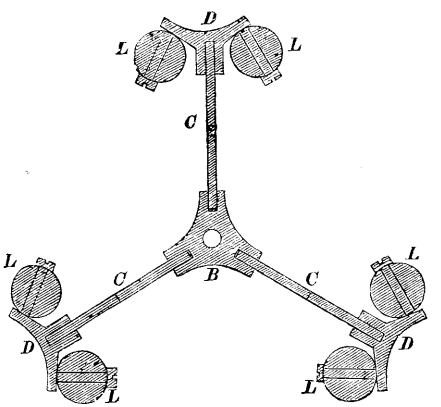


Fig. 344.

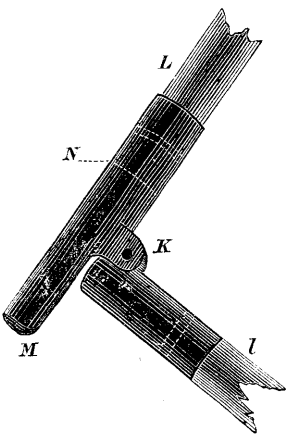


Fig. 346.

Zusammenlegbares Stativ.

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 92; aus Brit. Journ of Phot. Bd. 7, S. 288.

besteht. *AAAA* sind rechtwinkelige Holzstücke ($1^1/_4 \times {}^5/_8$ Zoll stark). *BB* zwei Charnierbänder, um die äusseren Stücke herumzuschlagen und um Stifte bei *C* drehbar, so dass die äusseren Stücke ganz überdreht werden können, wie Fig. 351 zeigt. *D* ein dünner Metallstreifen, welcher am Ende des Holzes eingelassen wird, wie bei Fig. 350, und durch Schrauben befestigt ist, welche bei *E* durchgehen. Um den Dreifuss aufzustellen, werden die äusseren Stücke aufwärts gebogen (Fig. 348), bis sie die Stellung in Fig. 349 und 351 einnehmen. Die äusseren Enden des Metallstreifens *D* fallen in Zapfenlöcher wie in Fig. 349. Ein dreieckiger Holz- oder

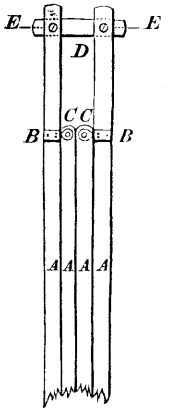


Fig. 347.

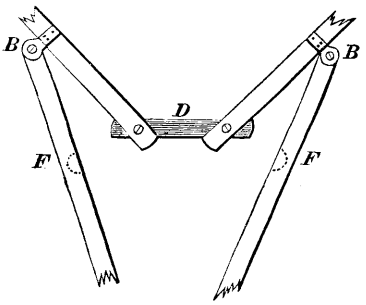


Fig. 348.

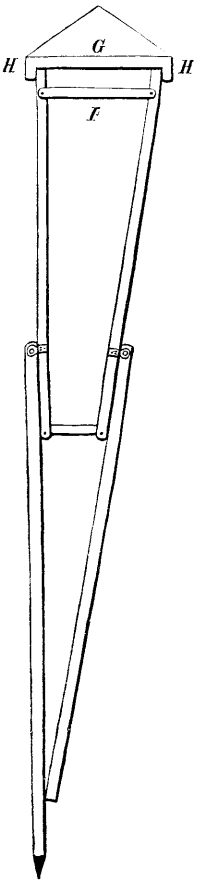


Fig. 351.

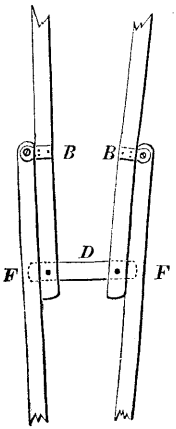


Fig. 349.

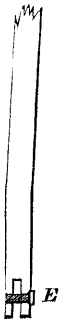


Fig. 350.

Fig. 352.
Shadbolt's zusammenlegbares Stativ.

Metalldeckel *G* wird nun den Beinen aufgesetzt, welche durch Vorsprünge *H*, Fig. 351, gehalten werden. In dieser Stellung werden die Beine dann durch Metallstreifen *I* mittels Schrauben gehalten (Fig. 352).

Bemerkenswerth ist Warnerke's zusammenlegbarer Dreifuss, welchen er in der Sitzung der South London Photographic Society am 6. November 1879 ausstellte[1]). Die Construction ist aus Fig. 353 und 354 ohne weitere Erklärung ersichtlich.

1) Phot. News. 1879. S. 549.

Stative mit Kugel- oder Nuss-Gelenk.

Durch ein Nuss-Gelenk kann die Camera leicht beweglich gemacht werden. Fig. 355 zeigt den Dreifuss mit dem bei *BB* angeschraubten Nuss-Gelenk, welches in eine Schraube *C* ausgeht; auf diesem ist das

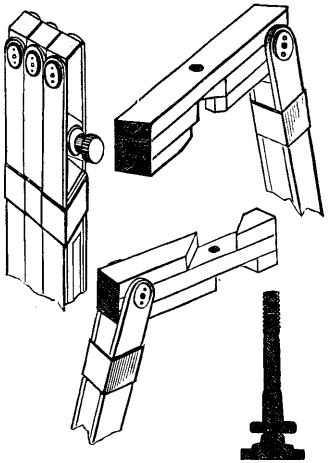


Fig. 353.

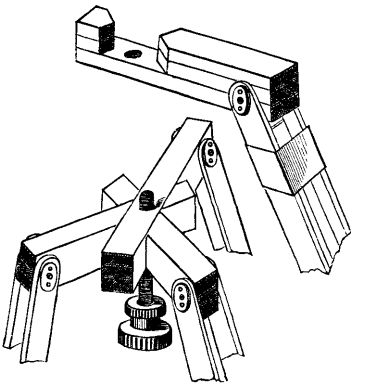


Fig. 354.

Warnerke's zusammenlegbarer Dreifuss.

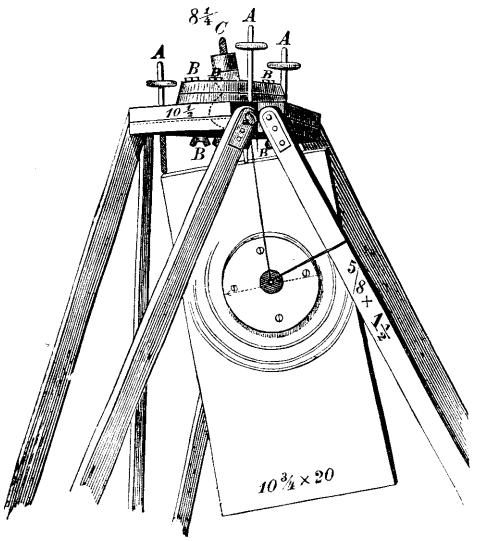


Fig. 355.

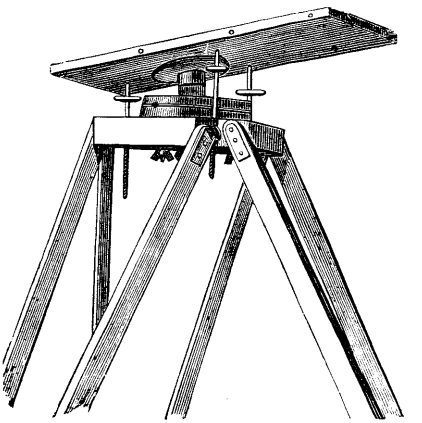


Fig. 356.

Stativ mit Nussgelenk.

Brett und die Camera selbst befestigt (Fig. 356 und 357). Durch die Schrauben *AAA* kann der Camera jeder Grad der Neigung gegeben werden.

Es ist hierbei so ziemlich die Einrichtung des Theodolithen dem Camera-Stativ angepasst [1]). (Die eingezeichneten Masse sind englische Zolle.)

Fig. 358 stellt ein Halbkugel-Stativ von Harbers in Leipzig dar. Die Halbkugel z trägt oben die Camera, der untere runde Theil passt

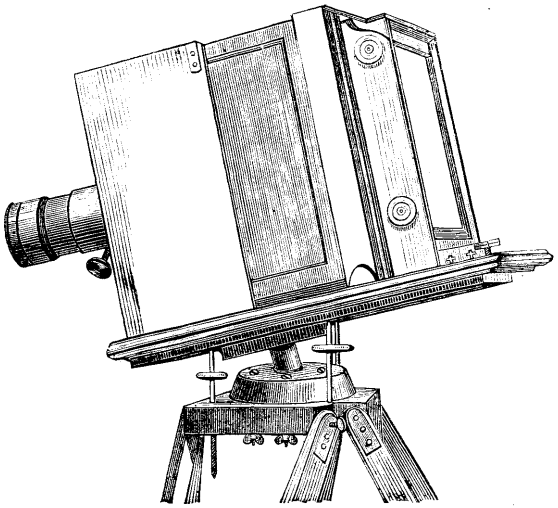


Fig. 357. Stativ mit Nussgelenk.

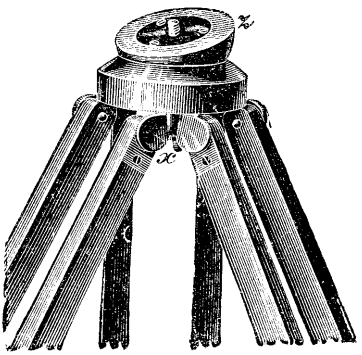


Fig. 358.

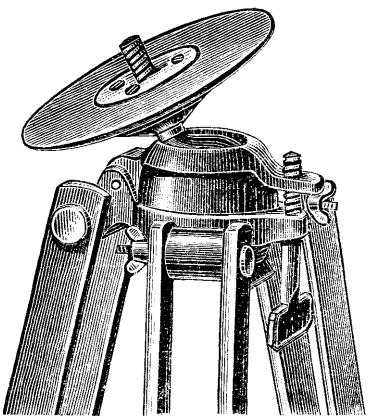


Fig. 359.

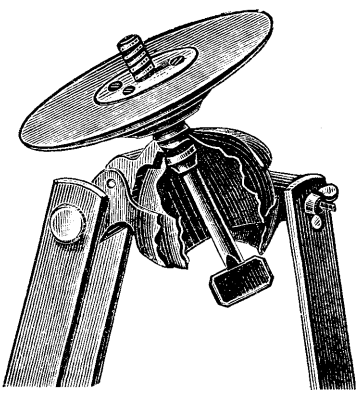


Fig. 360.

in einen entsprechend hohlen Theil; die durch beide Theile gehende Schraube x dient zum Festklemmen. Die Camera kann hiermit leicht geneigt werden [2]).

1) Kreutzer's Zeitschrift f. Phot. 1860. Bd. 1, S. 259; aus Phot. News. Bd. 3, Seite 365.

2) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1891. S. 85.

Eine andere Construction des Kugelgelenk-Stativ es (von B. Wachtl in Wien) ist in Fig. 359 und 360 abgebildet und daraus ersichtlich, wie man dem Camera-Tisch eine beliebige Neigung ertheilen kann.

Auch zu Anschütz' Moment-Camera ist ein Stativ mit gutem Kugelgelenk beigegeben (s. weiter unten).

VI. Vorrichtung zum Senkrechtstellen der photographischen Camera.

Für die meisten photographischen Aufnahmen soll die Camera-Rückwand senkrecht stehen, wie bereits auf Seite 355 dieses Bandes

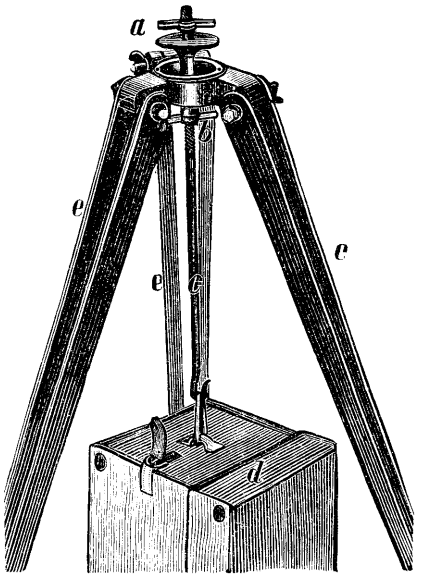


Fig. 361.

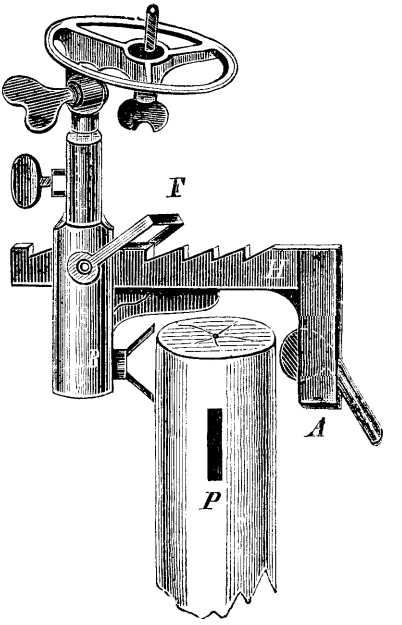


Fig. 362.

auseinandergesetzt wurde, weshalb man mitunter Wasserwaagen an der Camera anbringt [1]).

Da das Heben und Senken der Füsse (selbst unter Anwendung einer Wasserwaage) ziemlich umständlich ist, befestigte bereits Silvy das Stativbrett an eine Kugel, welche in einem Ringe ruhte und sich darin frei bewegte, wobei ein Gegengewicht die Horizontalstellung bewirkte. Analog construirte E. Leutner in Wien 1890 eine Vorrichtung, bei welcher ein Kugelgelenk-Stativ nach unten zu beschwert wird und so selbstthätig den Stativ-Teller horizontal stellt. Das Stativ *eee* wird beliebig aufgestellt; der Teller *a*, welcher die Camera trägt, bewegt sich

1) Bereits erwähnt in Horn's Phot. Journ. 1862. Bd. 19, S. 51; aus Bulletin de la soc. franç. phot.

im Kugelgelenk *b* und besitzt einen Haken *c*, an welchen der Camera-Koffer *d* oder ein sonstiger schwerer Gegenstand gehängt wird. Dann zieht man die Flügelmutter bei *b* fest an und kann dann den Camera-Koffer entfernen, weil die richtige Stellung fixirt ist.

Fig. 361 gibt ein Bild des von B. Wachtl in Wien in den Handel gebrachten Apparates.

VII. Stativhälter zum Befestigen des Stativs an Pfählen, Bretterwänden, Schiffsverkleidungen etc.

Ausser dem gewöhnlichen Stativ leistet mitunter ein starker beweglicher Hälter aus Messing für die Camera gute Dienste, welchen man an Pfählen, Bretterwänden etc. befestigen kann. In Fig. 362 schildert O. Campo einen solchen Stativhalter; *F* greift in die Zähne *H* ein.

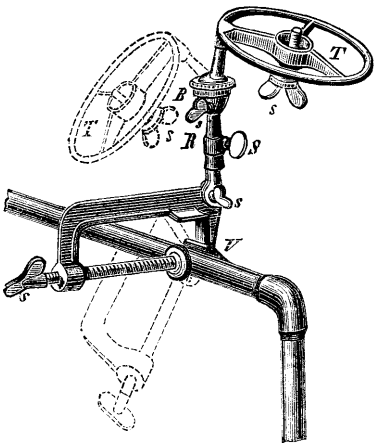


Fig. 363.

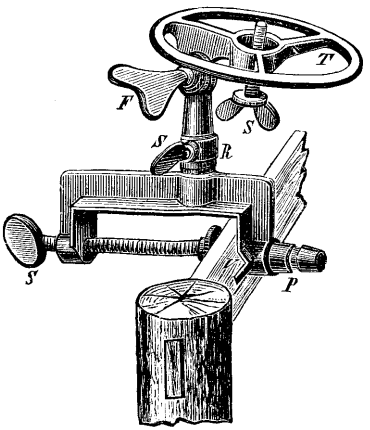


Fig. 364.

Bewegliche Halter für die Camera.

Man kann also den excentrischen Hebel *A* rasch zu *B* nähern oder entfernen, wie es der verschiedenen Dicke von *P* entspricht.

Wenn die Platten gut und die Momentverschlüsse verlässlich sind, so lassen sich auf offener See am schwankenden Boden eines Schiffes leichter Bilder herstellen, als man erwarten möchte.

Will man Aufnahmen von fahrenden Schiffen aus machen und ist das Meer unruhig, so liegt die grösste Schwierigkeit darin, das Bild an die rechte Stelle der Platte zu bringen (s. u.). Die Camera muss leicht beweglich sein, damit man sie leicht dem Gegenstande nachdrehen kann.

Crowe in England erhielt vor vielen Jahren gute Momentbilder von einem Boote aus [1]). Er klemmte seine kleine Camera an dem Geländer fest

1) Crowe bediente sich derselben Vorrichtung zur Photographie von dem Dache eines Omnibusses aus (Eder's Momentphotographie. 2. Aufl. S. 71).

und richtete dieselbe, welche an einem Kugelgelenk beweglich war, auf den Gegenstand.

Bei Aufnahmen von fahrenden Schiffen aus befestigt Hannynton die Camera auf einem beweglichen Doppelringe, ähnlich wie dies beim Schiffscompass üblich ist, oder auf eine analoge Balancirvorrichtung [1]).

Ein compendiöser und nach allen Richtungen hin beweglicher Halter für die Camera rührt von Beard in England her [2]). Derselbe lässt sich leicht an Geländer, Gitter etc. anschrauben. Fig. 363 zeigt, wie der Halter mittels der Schraube *s* bei *V* an einem Eisenstab befestigt wird. Bei *R* dreht sich der Träger um eine verticale Achse; bei *B* befindet sich ein Kugelgelenk, welches jede beliebige Neigung des eigentlichen Untersatzes (Trägers) der Camera (bei *T*) erlaubt. Die

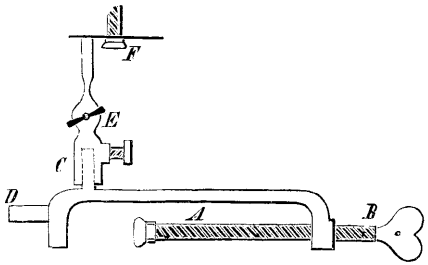


Fig. 365.
Beweglicher Halter für die Camera.

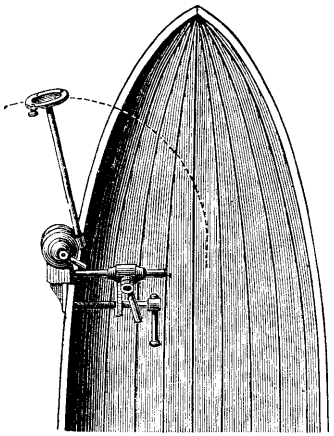


Fig. 366. Beweglicher Camerahalter an einer Schiffswand.

punktirten Linien zeigen einige Veränderungen der Stellungen. In Fig. 364 erscheint der Halter an ein Brett fixirt und in Fig. 365 sind daselbst dessen Theile in einer anderen Ansicht deutlich abgebildet.

Zur völligen Erklärung, wie ein möglichst bewegliches Camera-Stativ an das Geländer eines Schiffes befestigt wird, dient Fig. 366.

VIII. Stativ-Feststeller.

Um die leichten Stative für Reise-Camera's genügend fest zu machen sind sog. Stativ-Feststeller im Gebrauch, welche zuerst von Lebreton [3]) dann von Schroeder [4]) u. A. vorgeschlagen worden waren.

1) „Year-Book of Photography for 1884". S. 97 (mit Figur).
2) Photogr. News. 1885, S. 201. Eder's Momentphotographie. 2. Aufl. S. 72.
3) Moniteur de la Photogr. 1887. S. 26.
4) Phot. Wochenbl. 1887. S. 351 u. 357.

Der Apparat ist je nach der Construction aus Messingblech oder □Messing gefertigt und besteht aus drei 20—24 cm langen Schlitzschienen, welche am Ende mit Zapfen versehen sind und durch eine Schraube mit Flügelmutter zusammengehalten werden (Fig. 367 nach B. Wachtl in Wien).

Um den Apparat am Stativ zu befestigen, werden an der inneren Seite der gespreizten Stativbeine 80—40 cm von oben, also vom Stativ-

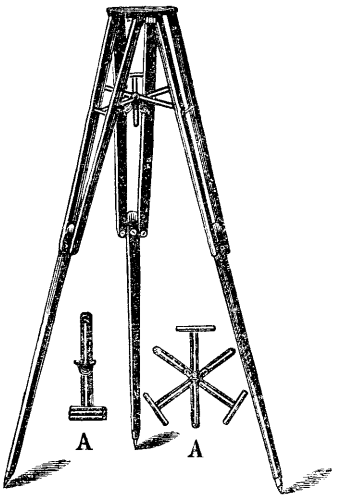


Fig. 367.

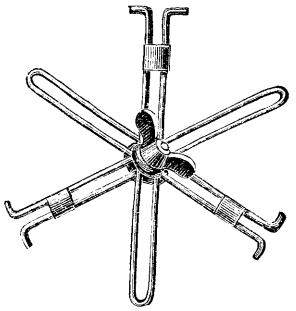


Fig. 368.

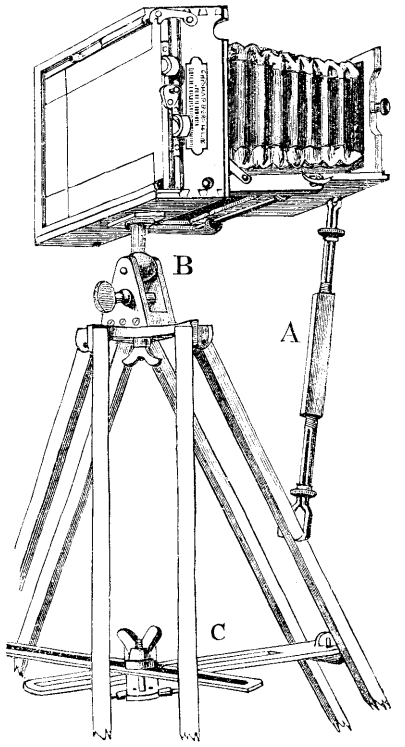


Fig. 369.

Stativ-Feststeller.

kopf aus gemessen, $^1/_2$—1 cm tiefe Löcher angebohrt, von dem Durchmesser der an den Schienen befindlichen Zapfen, so dass diese sich leicht darin bewegen können, in diese sich in genau gleicher Höhe gegenüberstehenden Zapfenlöcher werden nun die Zapfen der drei Schlitzschienen gesteckt, welche nun, wenn wagerecht gehalten, sich in der Mitte übereinander legen. Man steckt nun von oben durch alle drei

Schienen die mit halbrundem Kopf und viereckigem Führungsansatz versehene Schraube und schraubt mit der Flügelmutter zusammen.

Durch Lösen der Flügelmutter lassen sich die Stativbeine nun in jeder Richtung beliebig höher oder niedriger verstellen und durch Anziehen der Schraube diese Stellung unverrückbar befestigen.

Auch bei ungleichen Bodenverhältnissen oder glattem Marmorfussboden gewährt der Stativ-Feststeller unbedingte Sicherheit gegen das Ausgleiten der Stativbeine und unerschütterliche Festigkeit.

Fig. 367 (*A*) zeigt den Feststeller in zusammengelegter und auseinandergestellter Form.

Eine andere Form gab A. Moll in Wien dem Stativ-Feststeller, welche in Fig. 368 abgebildet ist.

Hierher gehört auch der Feststeller von Harbers in Leipzig, bei welchem die Stativfüsse unter sich bei *C* (Fig. 369) verbunden sind und überdies die Camera durch den Halter *A* gestützt wird; vermittelst des Kugelgelenkes bei *B* kann die Camera leicht verschiedenartig geneigt werden.

IX. Die Cassette.

A) Die einfache Cassette.

Mit diesem Namen bezeichnet man den von dem Begriffe einer photographischen Camera unzertrennlichen Schieber, welcher die licht-

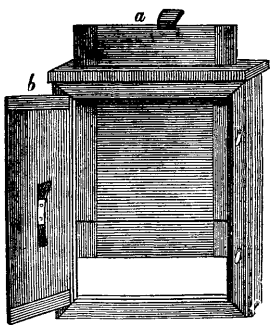


Fig. 370. Cassette.

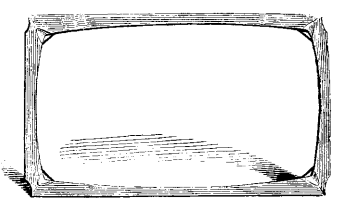


Fig. 371. Einlegerahmen.

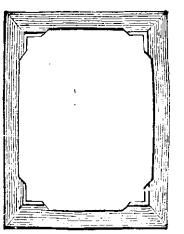


Fig. 372. Einlegerahmen.

empfindliche Platte einschliesst und bei der photographischen Aufnahme an die Stelle der matten Scheibe eingefügt wird. Bei Construction der Cassette ist hauptsächlich auf den lichtdichten Verschluss der empfindlichen Platte Rücksicht zu nehmen.

Die Cassette Fig. 370 besteht aus drei Haupttheilen, dem Rahmen *c*, dem Deckel oder Thürchen *b* und dem Schieber *a*; dieselbe ist innen geschwärzt. An den Ecken sind Silberdrähte, Holz-, Glas- oder Beinstückchen als Stütze für die einzulegenden Glasplatten angebracht, das

Thürchen oder der Deckel ist an seiner Innenseite mit einer Feder versehen, welche die präparirte Glasplatte gegen den Rahmen festdrückt.

Um die Cassette auch für kleinere Platten benutzen zu können, werden Einlegerahmen (Fig. 371 und 372) hineingelegt.

Da jeder solche Einlegerahmen nur für eine einzige Plattengrösse verwendbar ist, werden auch verschiebbare Rahmen benutzt (s. unten).

Die Cassette wird in der Regel aus Holz construirt. Seit der Einführung des Trocken-Verfahrens haben Cassetten aus schwarz lackirter Pappe viele Freunde wegen ihrer Leichtigkeit gefunden. Der Rahmen der Cassette ist aus Holz. Auch Metallcassetten sind in Verwendung [1]).

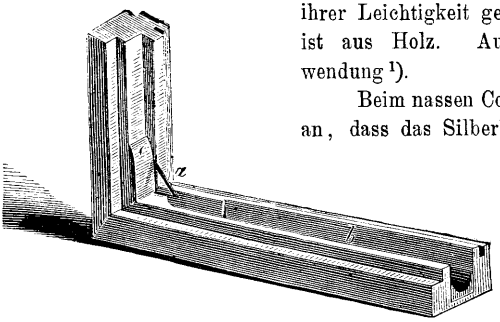


Fig. 373. Rinne der Cassette.

Beim nassen Collodion-Verfahren kommt viel darauf an, dass das Silberbad sich nicht ins Holz zieht und dann zu Fehlern und Flecken Veranlassung gibt, was schon Bertsch vor dreissig Jahren erwähnte [2]). Nach H. W. Vogel [3]) schützt man die Cassetten am besten dagegen durch Eintauchen der unteren Ecken der Cassette in geschmolzenes Paraffin (5 Minuten) oder mehrfachen Asphaltlack-Anstrich. Auch Bestreichen der Ecken mit Schellack oder Negativlack wird empfohlen (z. B. Bertsch [4]), Montizon [5]), doch nutzt sich dieser Ueberzug früher ab und muss öfters erneuert werden.

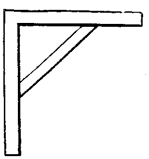


Fig. 374. Cassetten-Ecken aus Silber.

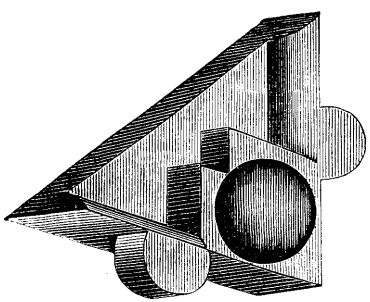


Fig. 375. Cassetten-Ecken aus Glas.

Von Vortheil beim nassen Negativ-Verfahren ist eine an dem unteren Querstücke des Rahmens angebrachte Rinne, Fig. 373, welche die von einer feucht präparirten Platte ablaufende Silberlösung aufzunehmen und nach aussen zu führen bestimmt ist.

Cassetten-Ecken aus Silberdraht (Fig. 373), oder Blech (Fig. 374), oder aus gegossenem Glas (Fig. 375, die halbrunden Ansätze dienen zum Einlassen ins Holz), oder Ebonit haben sich im nassen Collodion-Verfahren sehr bewährt.

---

1) Solche Metallcassetten können schmäler als Holzcassetten sein. Sie wurden z. B. von Hauguel (Bull. Soc. franç. 1882. S. 119), Mader (s. u.), Tylar (Bull. Soc. franç. 1887. S. 286) u. A. verwendet.

2) Horn's Phot. Journ. 1854. Bd. 1, S. 101.

3) Vogel, Lehrbuch d. Phot. 1878. S. 274.

4) Horn's Phot. Journ. 1854. Bd. 2, S. 26.

5) A. a. O.

In neuerer Zeit ist diese Frage für jene, welche mit trockenen Platten arbeiten, gegenstandslos geworden. Einfach gefirnisste Holzecken oder in den Ecken angebrachte Zink-Einlagen (schon von Bock[1]) u. A.[2]) vorgeschlagen) oder Messing-Ecken sind vollkommen zweckentsprechend.

Der Schieber der Cassette muss so construirt sein, dass er, wenn aufgezogen, nicht ganz aus der Cassette herausgeht; es muss dies Herausziehen durch eine vorspringende Leiste, die am Cassettenrande Widerstand findet, verhindert werden; zugleich hat diese Leiste den Zweck, das Eindringen des Lichtes durch die Spalten zwischen der Cassette und dem Schieber zu verhindern.

Früher machte man den Schieber aus einem Stück, welcher, wenn die Cassette geöffnet war, entweder nach oben in die Höhe ragte, oder nach unten hing, was manche Unzukömmlichkeit mit sich brachte. Deshalb wird er jetzt so eingerichtet, dass er sich (nach dem Herausziehen) umklappen lässt. Dies erreicht man durch feine mit Leinwand

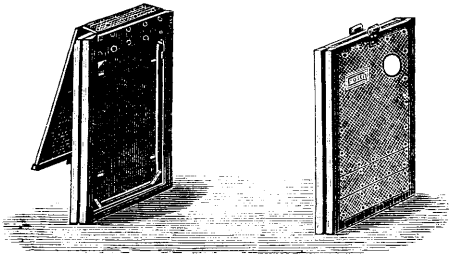


Fig. 376.
Doppelcassetten mit umklappbarem Schieber aus Carton.

Fig. 377.

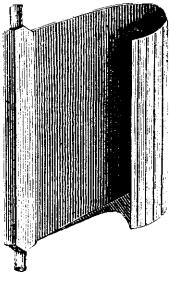


Fig. 378.
Jalousie-Schieber.

oder Leder überzogene Scharniere, wie dies Fig. 376 zeigt; Fig. 377 stellt die Cassette (Doppelcassette) in geschlossenem Zustande dar; sie trägt eine Pergamentscheibe zum Anbringen von Notizen und einen Schieber, welchen man nach beendigter Belichtung der Platte vorschiebt und so erkennt, dass sie bereits in Verwendung war.

Die Cassetten-Schieber können für Landschafts-Apparate aus starkem Carton, welcher mittels Marineleim mit dunkler Leinwand überzogen ist, hergestellt werden; solche Deckel sind ziemlich widerstandsfähig, sehr elastisch und weder dem Werfen noch dem Springen ausgesetzt.

Man hat empfohlen, den Schieber der Cassette derartig einzurichten, dass er sich nach unten öffnet; dadurch wird verhindert, dass Licht eindringt und der Schieber verzieht sich weniger leicht, was auch beim Bedecken mit einem Tuch vorkommen kann[3]).

---

1) Phot. Archiv. 1860. S. 72.

2) Z. B. bei Ottewill's Camera vorhanden (Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 102).

3) Bickell, Phot. Mitth. 1875. Bd. 11, S. 73.

An Stelle der Holzschieber wendet man häufig bewegliche Jalousie-Schieber an (Holzstäbchen auf Leder oder Leinwand aufgezogen), welche weniger Raum einnehmen, weil sie sich ganz umbiegen [1]). Für Landschafts-Aufnahmen sind sie nicht zu empfehlen, weil bei feuchter Luft der Schieber leicht anquillt, sich festklemmt und erst nach vorherigem Austrocknen wieder in Gang kommt, dagegen bewähren sie sich gut im Atelier. Ein derartiger Jalousie-Schieber ist in Fig. 378 abgebildet.

Eine Cassette für Trockenplatten und Jalousieschieber zeigt Fig. 379. Die empfindliche Platte wird unter die Messingbleche *b b* geschoben, die Vorreiber bei *a a* zurückgeschoben, die Platte nach unten gedrückt und dann die Vorreiber *a a* vorgeschoben. Eine Stahlfeder drückt die Platte in die richtige Lage von unten gegen ihre Lager. Solche kleine Cassetten sind für Landschafts-Apparate im Gebrauch, kommen aber bei feuchtem Wetter leichter in Unordnung als Carton-Schieber.

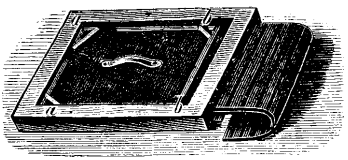


Fig. 379.
Cassette für Trockenplatten und Jalousie-Schieber.

Bei grösseren Cassetten (für Reproductions-Cameras) bewegt sich der Jalousie-Schieber in einer Führung an der Rückseite im Cassetten-Rahmen selbst. Fig. 380 stellt eine solche Cassette mit Einlagen und Feder (zum Andrücken der Platte an die Einlagen) dar.

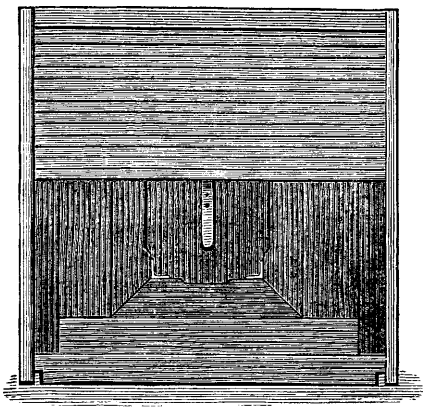


Fig. 380.

Um bei photographischen Aufnahmen die empfindliche Platte genau in dieselbe Ebene zu bringen, in der vorher die Visirscheibe war, benutzt man bis heute keine weiteren Vorrichtungen, als dass man die Auflagepunkte in der Cassette möglichst genau übereinstimmend mit denen der Visirscheibe richtet.

Eine vollständige Uebereinstimmung, durch die allein die grösstmögliche Schärfe erzielt werden kann, ist nach E. Buehler auf diesem Wege für die Dauer unmöglich, denn wenn auch für den Anfang die Ebenen ziemlich übereinstimmend gemacht würden, so werden sich doch nachtheilige Veränderungen, hervorgerufen durch die Feuchtigkeit und andere Zufälle, durch welche die Holzrahmen sich verziehen, sehr bald einstellen.

---

1) Hirckel benutzte ganz dünne biegsame Metallblätter (Bull. Soc. franç. Phot. 1886. S. 207).

Man sucht allgemein durch Einschalten von Blenden diesen Fehler zu heben. Durch eine Blende vom dritten oder vierten Theil Oeffnung des Objectivs werden in der That auch diese kleinen Ungenauigkeiten in der Stellung der Platte corrigirt, jedoch wird die Belichtungsdauer hierdurch auch 2 bis $2^1/_2$ mal grösser. Bei der von Buehler angewendeten und aus Fig. 381 bis 383 ersichtlichen Vorrichtung (Deutsches Reichspatent vom 20. Mai 1879) sind obengenannte Ungenauigkeiten nicht möglich und können Aufnahmen von grösster Schärfe und kürzester Belichtungszeit gemacht werden.

An einer den hinteren Theil der Camera schliessenden Holzplatte befindet sich ein durch Charniere umlegbarer Rahmen, in dessen breitem Falz sich die Visirscheibe, nach der Achsenrichtung des Objectivs beweglich, durch zwei seitlich angebrachte Federn in der Richtung nach letzterem gedrückt, befindet.

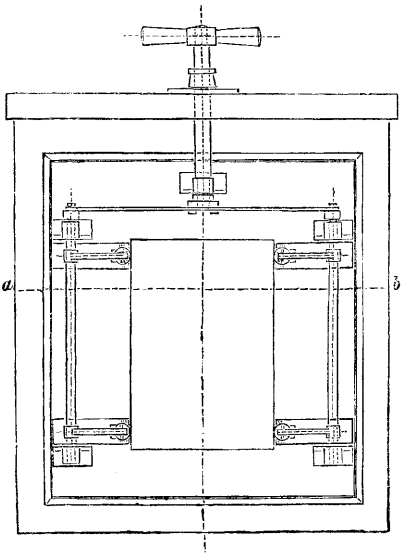


Fig. 381.

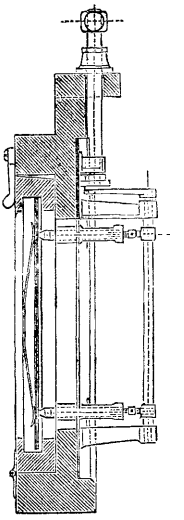


Fig. 382.

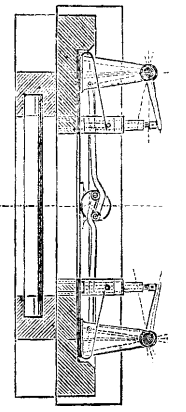


Fig. 383.

Vorrichtung zum scharfen Einstellen.

Die erstgenannte Holzplatte ist mit einer Oeffnung von der zu belichtenden Fläche versehen und gehen hart am Rande dieser Oeffnung vier Stifte durch die Platte hindurch, welche durch vier Federn nach dem Innern der Camera gehalten werden und zwar so, dass an der Aussenseite der Platte nichts hervorsteht. Durch vier Hebel, welche auf zwei Achsen befestigt sind, die ihrerseits wieder durch eine Doppelkurbel und durch einen aussen angebrachten Griff bewegt werden, können diese Stifte nach aussen gegen die Visirscheibe gedrückt werden. Die Doppelkurbel lässt sich um 180 Grad drehen und ist dann wieder in einer Ruhelage, wobei auch zugleich die vier Stifte ihre äusserste Stellung erlangt haben. Ehe sie jedoch diese äusserste Stellung erreichen, berühren sie die Visirscheibe und führen sie noch etwa 2 bis 3 mm mit nach aussen, indem sie dabei den Druck der darauf pressenden Federn überwinden. Es wird somit die Visirscheibe nicht mehr auf ihren eigenen Rahmen, sondern auf diese vier Stifte gepresst sein. Wird nun in dieser Stellung ein Bild scharf

eingestellt, die Stifte mittels des oben angebrachten Griffes zurückgezogen, statt der Visirscheibe die empfindliche Platte eingesetzt und die Stifte dann wieder nach aussen gestellt, wobei dann die in der Cassette befindlichen Federn die empfindliche Platte auf diese Stifte aufdrücken, so ist letztere, sobald die Kurbel wieder in ihrer Ruhelage angekommen ist, aufs genaueste in dieselbe Ebene gebracht, nach der vorher das Bild auf die Visirscheibe eingestellt wurde.

B) Verschiebbare Cassetten-Einlagen dienen zum Festhalten von verschiedenen Plattenformaten in einer Cassette.

Kureem Buksh beschrieb einen practischen „Universalträger" für Platten in der Cassette. *A B C D* (Fig. 384) ist ein Rahmen von Holz, welcher in die Cassette passt. *E* und *F* sind flache Metallstäbe, welche in einer Fuge in dem Holzrahmen laufen; der eine Stab gleitet in einer Spalte in den anderen. Fig. 385 zeigt den kürzeren Arm *F*, Fig. 386 den längeren *E*. Der Rahmen wird demnach jede beliebig grosse Platte halten[1]).

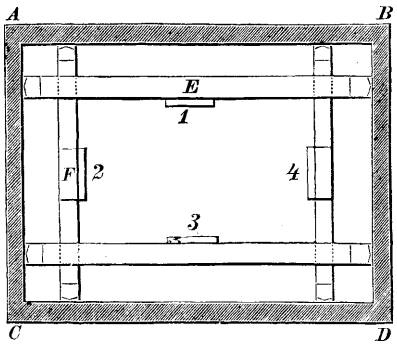


Fig. 384. Universal-Träger für Cassetten.

Mitunter ist es erforderlich, die empfindliche Platte von rückwärts d. h. durch die Glasplatte hindurch zu belichten, um verkehrte Negative für Lichtdruck zu erhalten (anstatt das Umkehrungsprisma, s. Seite 32, zu benutzen). Selbstverständlich müssen alle Unebenheiten fehlen, welche die Schicht zerkratzen könnten. Um das Bild scharf zu erhalten,

Fig. 385.

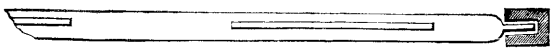


Fig. 386.
Universal-Träger für Cassetten.

muss man den Rücktheil der Camera nach der Einstellung um die Dicke der Glasplatte nähern[2]).

---

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 97; aus Phot. News. Bd. 4, S. 238. — Eine ähnliche Einrichtung theilte Buchtel mit (Phot. Archiv. 1877. S. 93, mit Abbildung).

2) Es wurden auch specielle Cassetten hierfür construirt, bei welchen die Platten nur an den Ecken festgeklemmt werden. (Relandin gab noch andere Formen solcher Cassetten an, Bull. Soc. franç. Phot. 1869. S. 90).

Ein amerikanischer neuerer Universal-Plattenhalter, welcher für verschiedene Plattenformate anwendbar ist (von Anthony in New-York), ist in Fig. 387 und 388 abgebildet. Hierbei werden zwei Leisten *a a*

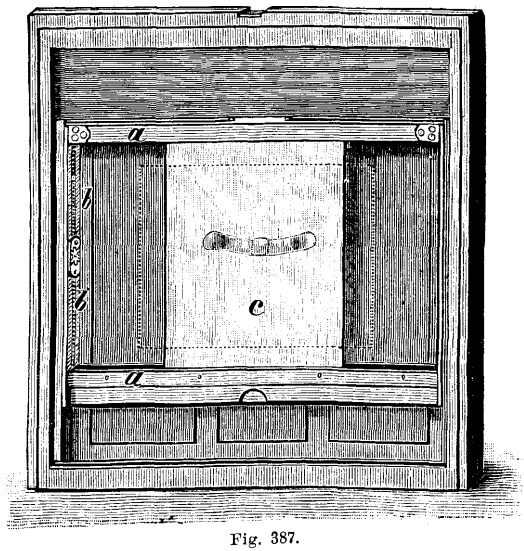


Fig. 387.

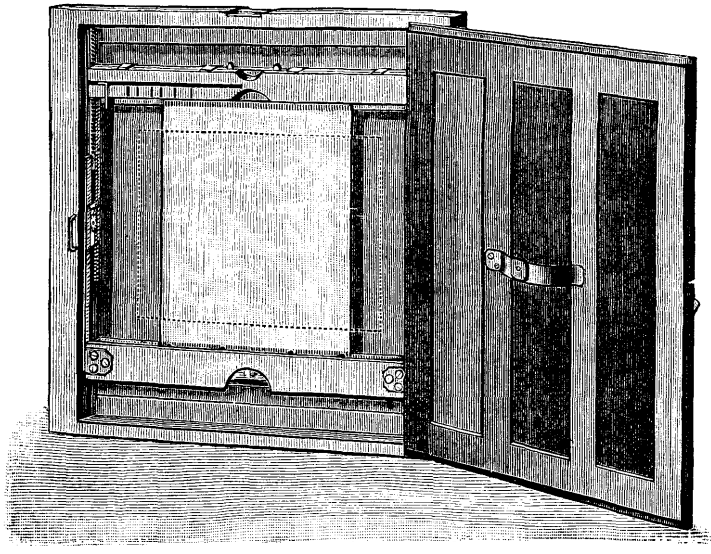


Fig. 388. Cassette mit Universal-Plattenhalter.

vermittelst zweier Zahnstangen (*b b*) gegen einander bewegt und klemmen die Glasplatte (*c*) ein; die Mitte der Platte kommt hierbei stets in die Cassetten-Mitte.

C) Die Doppel-Cassette.

Für Aufnahmen im Freien stehen sogenannte Doppel-Cassetten in Anwendung, welche zwei empfindliche Platten enthalten (Fig. 389 und 390). Die Doppel-Cassette besteht aus zwei einzelnen Cassetten *A* und *B*), welche sich in einem Charniere öffnen und in der Mitte eine undurchsichtige Zwischenwand (geschwärztes Blech) enthalten, bei

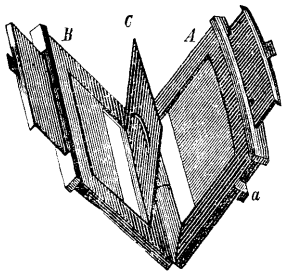


Fig. 389.

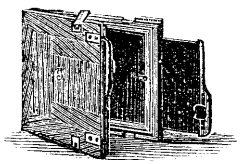


Fig. 390.

Doppel-Cassetten.

welcher eine Horn- oder Metallfeder die Platten an den Rahmen drückt. Durch einen Verschluss *a* werden die beiden Hälften geschlossen [1]).

Ein anderes System von Doppel-Cassetten besitzt einen untheilbaren Cassettenrahmen, wie bereits oben (Fig. 376 und 377, Seite 375) dar-

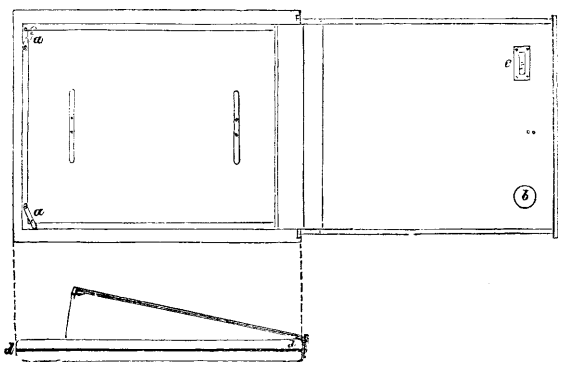


Fig. 391. Jonte's Doppel-Cassetten.

gestellt wurde. Die empfindliche Platte wird hierbei mittels Messing-Vorreiber (nach Fig. 376) festgehalten. Die Schieber sollen sich umklappen lassen.

Solche Cassetten fertigte als einer der ersten um 1880 Jonte in Paris an.

1) Vivien gab eine ähnliche Construction im Jahre 1879 an (Bull. Soc. franç. Phot. 1879. S. 153).

Sie bestehen aus einem leichten Holzrahmen von 18 mm Dicke, welcher durch eine Wand aus geschwärztem Carton in zwei gleiche Theile getheilt wird. Jeder dieser Theile ist zur Aufnahme einer Trockenplatte bestimmt. Die Platten werden bei diesen Cassetten von der Seite aus, auf welcher der Schiebedeckel sich befindet, in die Cassette gebracht. Zu diesem Behufe wird derselbe ganz aufgezogen, die Platte hineingelegt, durch die zu drehenden Reiber *a* (Fig. 391) in ihrer Lage festgehalten, hierauf der Deckel wieder zugeschoben. Die Schiebedeckel sind aus mehreren Lagen von mit Leinwand überzogenem Carton hergestellt; die einzelnen Theile des Deckels sind durch Marineleim und überdies mit kleinen Messingnieten miteinander verbunden. Der Deckel lässt sich vollständig an die Rückseite der Cassette umlegen und kann bei bewegter Luft mit kleinen an der Camera befindlichen Reibern festgehalten werden. Bei geschlossenen Cassetten wird jeder der Schiebedeckel durch einen kleinen federnden Schnapper festgehalten, so dass ein zufälliges Oeffnen der Schiebedeckel während des Transportes unmöglich wird. Auf der Aussenseite eines jeden Schiebers ist rechts eine kleine runde Scheibe aus Pergament (*b*) eingelassen, welche zum Notiren der Expositionszeit dient; auf der linken Seite befindet sich in einem Messinggehäuse *c* ein kleiner Schieber, dessen eingeprägte schwarze Ziffern die Nummer der Platte angeben. Ist die Platte exponirt, so wird der Schieber nach links geschoben, wodurch das unterhalb desselben befindliche Wort „posé“ (belichtet) zum Vorschein kommt. Hierdurch ist jede exponirte Platte gekennzeichnet und können Irrthümer durch zweimaliges Exponiren einer Platte nicht vorkommen.

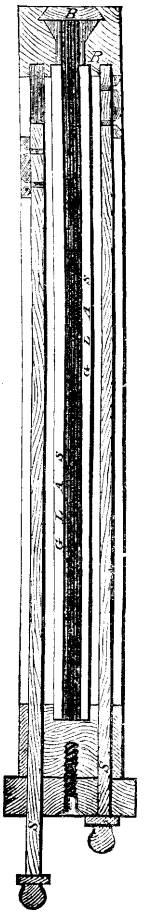


Fig. 392.
Doppel-Cassette.

Doppel-Cassetten waren schon um das Jahr 1860 allgemein bekannt. Die Fig. 392 zeigt eine ältere Construction. In diese Doppel-Cassette können auch die Platten durch eine Oeffnung am Ende eingeschoben werden. Die (in der Fig. 392 mit „Glas“ bezeichnete) empfindliche Platte lässt man durch die Oeffnung *B* in die Cassette gleiten und schiebt zwischen beide ein Stück geschwärzten Carton, welcher die Platten trennt und an ihrem Platz festhält[1]). Die Oeffnung wird dann durch das schief geschnittene Holz *B* verschlossen.

Fig. 393 zeigt die moderne Form dieses Systems. Bei dieser von Anthony in New-York (1890) in den Handel gebrachten Doppel-Cassette, erfolgt das Einschieben der Platte auf der schmalen Seite bei *a*, nachdem die untere Leiste bei Seite gehoben ist. Bei *b* wird diese Leiste hinterher wieder befestigt.

D) Rahmen für Negativpapiere oder Films.

Um empfindliches Negativpapier, Häute oder Films in der Cassette flach zu spannen, legt man dieselben zwischen zwei Glasplatten[2]) und berücksichtigt bei der Einstellung, dass die empfindliche Schicht um die

1) Phot. News. Bd. 3, S. 233; Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 1, S. 25.
2) Diesen Weg schlug bereits Clément ein (Bull. Soc. franç. Phot. 1855. S. 65).

Dicke der vorderen Glasplatte nach rückwärts verlegt wird, sobald man sich der gewöhnlichen Cassetten bedient, oder man verwendet eine matte Glastafel von derselben Glasdicke, wie die vor das Papier gelegte Glastafel, und bringt die matte Seite rückwärts an.

Man kann auch das Papier auf einen Carton befestigen und das vordere Glas weglassen[1]); als Unterlage können dann Zinkplatten,

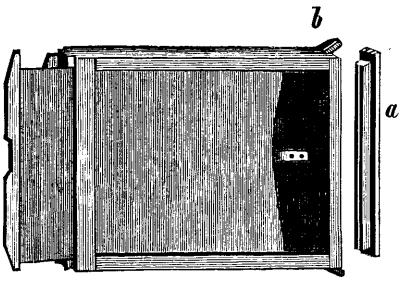


Fig. 393. Doppel-Cassette.

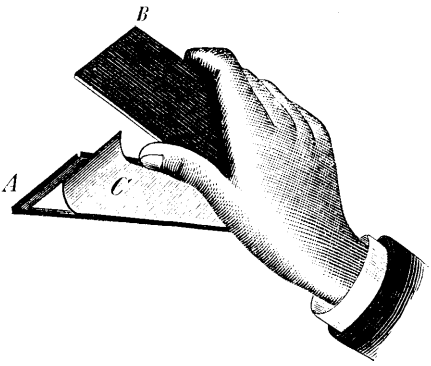


Fig. 394. Spannrahmez für Films.

welche mit klebrigen Schichten bedeckt sind, dienen, wodurch das flache Liegen der Papiere gesichert ist (s. Bd. III dieses Werkes, 4. Aufl., S. 351).

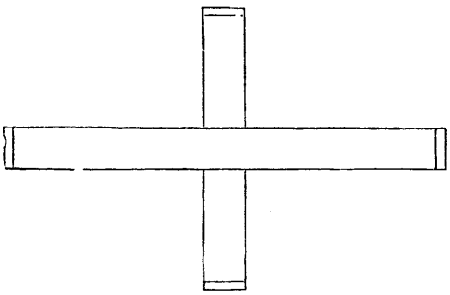


Fig. 395. David's Spannvorrichtung.

Um das Papier zu spannen, verwendet man auch Metallrahmen, deren vier Seiten sich etwas auseinanderschieben lassen und dadurch das Papier flach legen.

Eine einfache Vorrichtung, um Negativpapier zu spannen, wendet die Eastman-Company an; es wird die Folie (Film) *C* in einen eisernen Rahmen *A* gelegt und das Brettchen *B* hineingepresst (Fig. 394).

Für grössere Formate muss das Papier oder die Film mit anderen Spannvorrichtungen gespannt werden. Hierzu verwendet man Metallrahmen, deren vier Seiten sich auseinanderschieben und dann fixiren lassen. Als Beispiel sei der Spannrahmen von David angegeben[2]).

1) Bereits von Bayard im Jahre 1856 vorgeschlagen (Bull. Soc. franç. Phot. 1856. S. 317).

2) Bull. Soc. franç. 1887. S. 62. Pizzighelli, Handb. d. Phot. 1891. I. S. 124.

Derselbe besteht aus vier, mit feinen Spitzen versehenen Metallleisten, welche durch einen elastischen Ring aus Kupferdraht zu einem rechteckigen Rahmen mit einander verbunden sind. Vor dem Befestigen der biegsamen Haut oder des Papieres wird der Rahmen durch Einpressen in eine Lehre (Fig. 395) um einige Millimeter zusammengedrückt. Man legt die Folie darauf, drückt deren Ränder in die Spitzen der Spannleisten und nimmt dann den Rahmen aus der Lehre. Derselbe dehnt sich wieder nach allen Richtungen und spannt hierdurch die darauf befestigte Haut.

Andere Formen des Spannrahmens wurden von verschiedener Seite gegeben, z. B. von Robinson[1]); sie sind jedoch von zu geringer practischer Bedeutung, um hier ausführlicher beschrieben zu werden.

E) Roll-Cassetten für Negativpapiere oder Films.

Roll-Cassetten, welche im Innern Walzen (Rollen) haben, auf denen sich empfindliches Negativpapier auf- und abrollen lässt, gab Relandin 1855[2]) und Melhuish 1856[3]) an. C. J. Burnett vervollkommnete 1857 diesen Apparat sehr. Die Rollen hatten Zeiger, welche die Länge des abgerollten Negativpapieres ersichtlich machten. Er erwähnte auch, dass auf diesem Wege eine gut angepasste Bewegung der Camera in einem Kreise hervorgebracht werden könne, so dass, während ein Stück Papier in richtig entsprechenden Zwischenräumen abgerollt wird, ein Panorama rund herum in einem Stücke aufgenommen werden kann[4]).

Später beschäftigten sich noch Andineau (Bull. Soc. franç. Phot. 1862. S. 92), Nicole und Silvy (ibid. 1890. S. 38) mit ähnlichen Constructionen und L. Warnerke[5]) benutzte im Jahre 1875 die Roll-Cassette (zunächst für Collodion-Emulsion, später auch für Gelatine-Emulsion). Er überzog Papier mit Bromsilber-Emulsion, schnitt es in lange Streifen und wickelte es auf kleine Rollen, welche in der Cassette untergebracht waren. Die eine Rolle seiner Cassette (Fig. 396) hat eine Achse, die durch eine Kurbel von aussen bewegt werden kann. Dreht man diese Kurbel, so wickelt sich das Papier von einer Rolle auf die andere. Hat man das erste Stück des Papieres exponirt, so rollt man es auf und bringt dann das folgende zur Exposition; so kann man auf einen Streifen nach einander 50 oder 100 Negative aufnehmen, ohne

1) Bull. Soc. franç. 1882. S. 64; später Phot. Corresp. 1885. S. 33.

2) Cosmos. Bd. 6, S. 709. Kreutzer's Jahrber. d. Photogr. 1855. S. 36.

3) Kreutzer's Jahrber. der Photogr. 1856. S. 151; aus Journ. phot. Soc. London. Bd. 3, S. 28, mit Abbildung.

4) Kreutzer's Jahrber. f. Phot. 1857. S. 390; aus Phot. Notes. 1857. S. 203.

5) Phot. Corresp. 1875. S. 184; aus Phot. News. No. 876 und 877.

eine grössere Anzahl Cassetten oder Wechselkasten etc. zu benöthigen. Eine kleine Vorrichtung an der Aussenseite der Cassette zeigt an, wie viel von dem Papierstreifen bereits exponirt wurde; eine Schraubenvorrichtung erhält die Papierstreifen stets gespannt. Eine geschwärzte Glasplatte ist in der Front der Cassette an der Stelle, wo sonst die matte Scheibe sich befindet, befestigt und dient als Führung für das von einer Rolle auf die andere abzuwickelnde Papier. Das empfindliche Papier wird auf der Rückseite mit Bleistiftstrichen nach der Grösse der

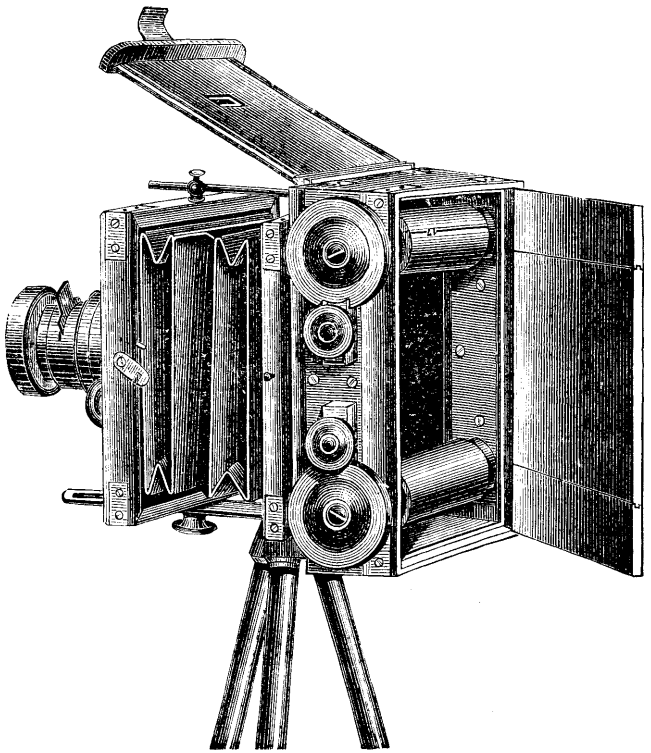


Fig. 396. Warnerke's Roll-Cassette.

Platten, welche man wünscht, oder in anderer Weise eingetheilt und numerirt. In dem Schieber der Cassette ist eine Oeffnung mit gelbem Fenster, durch welches man die Striche und Nummern beobachten kann, wenn man die Papierrollen dreht, so dass man leicht die einzelnen Theile des Papierstreifens genau einstellen kann. Nach der Exposition schneidet man die Streifen entzwei und entwickelt wie gewöhnlich.

Hierauf folgte Stebbing, welcher eine kleine Camera für Negativpapier mit Roll-Cassetten baute (Bull. Soc. franç. Phot. 1882. S. 201).

Einen durchschlagenden Erfolg bezüglich der Einführung der Roll-Cassetten erzielte die Eastman Comp., welche zuerst im grossen Massstabe Negativpapiere, abziehbare Emulsionsschichten auf Papier und biegsame Folien erzeugte und entsprechende Roll-Cassetten construirte, welche im Mai 1885 in Deutschland patentirt wurden (No. 35215).

Die Eastman'schen Roll-Cassetten sind im III. Band dieses Werkes, Seite 353 (4. Aufl. 1890) erwähnt. Der Vollständigkeit halber sei diese Construction im Nachstehenden beschrieben:

Diese Roll-Cassette ist in den Fig. 397—402 dargestellt. Fig. 397 zeigt die Cassette geschlossen, Fig. 398 geöffnet, zum Einführen oder Herausnehmen des Negativbandes, Fig. 399 im Längenschnitt durch die Cassette. Die Fig. 400 zeigt die Manipulation beim Einführen des Bandes.

Die Cassette enthält im Innern zwei Rollen *A*, *B* (Fig. 399, 400), wovon eine *B* das Negativband trägt, die andere *A* dazu dient, den

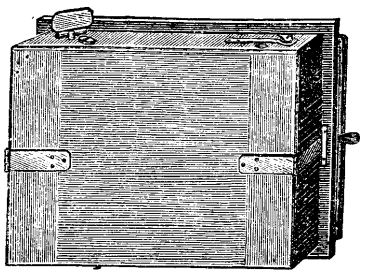
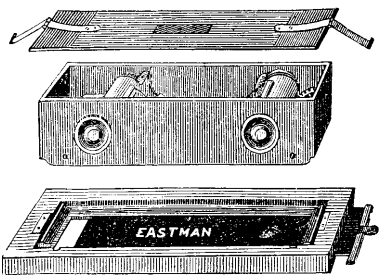


Fig. 397.



Eastman's Roll-Cassetten. Fig. 398.

bereits belichteten Theil aufzunehmen. Durch entsprechende federnde Vorrichtungen wird die Spannung des Bandes und die Sperrung der Rollen bewerkstelligt. Das Band geht von der Rolle *B* über eine kleine Rolle *b*, einem ebenen Brettchen *C*, einer zweiten kleinen Rolle *a* zur Aufnahmsrolle *A*. Die Lage des Brettchens *C* entspricht genau der Stellung der Visirscheibe. Zum Aufwickeln des belichteten Theiles auf die Aufnahmsrolle *A* dient der in den Fig. 397 und 400 sichtbare Schlüssel *D* mit Sperrhebel *d* (Fig. 399) im Innern. Beim Bewegen der Aufnahmsrolle *A* werden durch das Band auch die kleinen Rollen *a*, *b* in Rotation versetzt; letztere Rolle (*b*) hat einen solchen Umfang, dass sie beim Darübergleiten eines dem Aufnahmsformate entsprechenden Stückes Negativbandes sich 3 mal dreht, und ist an beiden Enden mit zwei kurzen Stahlstiften versehen. Bei jeder Drehung werden diese auf beiden Rändern des Bandes je ein kleines Loch durchstechen, so

dass also jede Aufnahme an den Rändern 3 mal durchstochen erscheint. Beim Zerschneiden des Bandes vor dem Entwickeln dienen diese Löcher als Anhaltspunkte; bei jedem dritten Loche wird das Band durchgeschnitten. Die Rolle *b* überträgt ihre Bewegung auf ein Zahnrad *e*, welches so gross ist, dass es sich bei dreimaliger Drehung der Rolle *b* nur einmal dreht. Die Achse des Zahnrades trägt ausserhalb der Cassette (Fig. 400) einen seitwärts befestigten Stift e_1, welcher bei der Drehung unter eine Feder *f* gelangt und dieselbe etwas hebt. Nach beendeter Rotation kommt der Stift wieder zum Vorschein, und gleichzeitig schnappt die Feder mit einem hörbaren Geräusch zurück. Da eine Rotation des Zahnrades dem Fortschreiten eines Stückes Band von der nöthigen Bildgrösse entspricht, so hört man in dem Moment, als

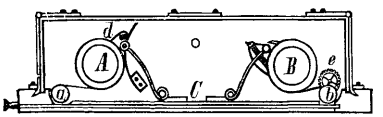


Fig. 399.

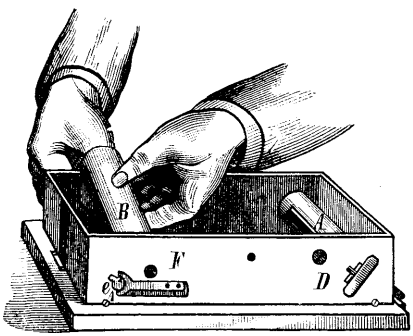


Fig. 400.

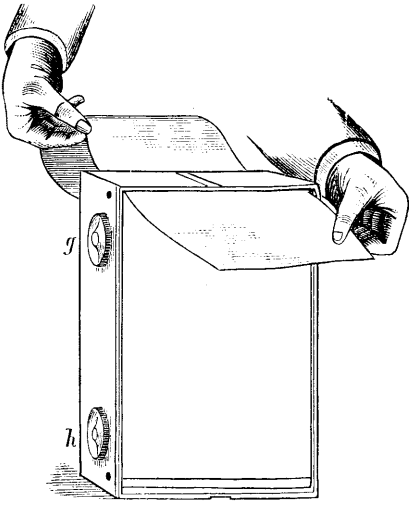


Fig. 401.

Eastman's Roll-Cassetten.

der Stift e_1 sichtbar und das Geräusch der Feder *f* hörbar wird, mit dem Drehen der Aufnahmsrolle *A* auf. Nach beendeter Exposition wird Rolle *A* so oft gedreht, bis wieder der Stift e_1 sichtbar und das Zuschnappen der Feder *f* hörbar wird, und wiederholt dieses Spiel, bis das ganze Negativpapier verbraucht ist.

Das Einführen des auf der Rolle *B* schon aufgewickelten Bandes geschieht dadurch, dass zuerst der Deckel der Cassette entfernt wird, worauf die Schraube *g* (Fig. 401), deren Spindel gleichzeitig eine Achse der beiderseits mit Achsenlöchern versehenen Rolle *B* bildet, gelockert wird. Die Rolle wird, wie in Fig. 400 ersichtlich ist, in die Cassette gebracht, zuerst auf die in der einen Wand befestigte Achse gesteckt, dann die andere Seite der Rolle niedergelassen und durch Anziehen der

Schraube *g* befestigt. Man entfernt nun auch den Cassettenschieber-Rahmen (Fig. 398), stellt die Cassette, wie in Fig. 401 angedeutet ist, auf und zieht das Ende des Bandes durch die Fuge bei Rolle *b* durch, dann über diese Rolle über das Brettchen *C* und die Rolle *a*, und steckt es durch die Fuge bei Rolle *a* wieder durch. Dort wird es erfasst und unter eine auf der Rolle *A* befindliche Klemme *i* (Fig. 402) gezogen; die Klemme hält das Band fest, so dass beim Drehen der Rolle *A* dieses sich darauf aufwickelt. Zum Schluss schliesst man die Cassette, öffnet den Schieber und zieht, um beim Schneiden des Papieres den ersten Anhaltspunkt zu haben, längs den Rändern des Cassettenschieber-Rahmens führend, auf dem Papiere zwei Bleistiftstriche.

Die eben beschriebene Cassette fasst eine Rolle für 48 Aufnahmen, es können darin aber auch Rollen zu 24 Aufnahmen verwendet werden;

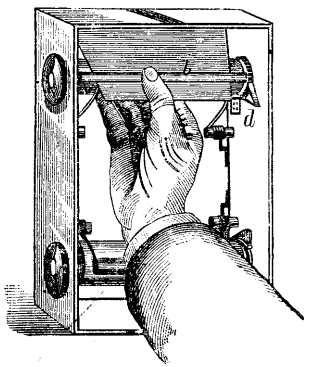


Fig. 402.

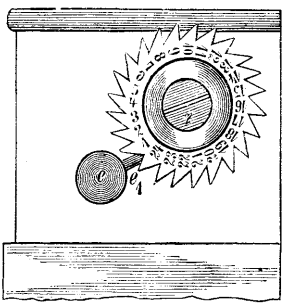


Fig. 403.

Rollcassette mit Zählvorrichtung.

sie lässt sich an jeder Camera anpassen, da der Schieberrahmen etwas grösser gehalten ist, als es gerade nothwendig wäre.

Will man entwickeln, bevor die ganze Rolle verbraucht ist, so öffnet man den Schieber, zieht längs der Kante des Schierrahmens zunächst der Aufnahmsrolle einen Bleistrich, löst die Aufnahmsrolle aus und schneidet das Band längs des Bleistriches. Der belichtete Theil wird entfernt und das Ende des unbelichteten an die Aufnahmsrolle *A* mittels der Klemme *i* wieder befestigt.

Die eben beschriebene Cassette, in der Form wie sie die Eastman-Company in den Handel bringt, hat keine Registrirvorrichtung, welche anzeigt, wie viel Theile der Rolle bereits exponirt wurden. Diesem Mangel hat Nadar[1]) in Paris dadurch abgeholfen, dass er die Feder *f* (Fig. 400) durch ein Zahnrädchen *Z* mit Nummern (Fig. 403) ersetzt,

1) C. Fabre: „Traité encyc. d. Phot." S. 288.

in welche der Stift e_1 eingreift. Nach jeder Belichtung schiebt der Stift e_1 das Zahnrädchen um einen Zahn weiter. Die Nummer des Zahnes, auf welchem der Stift gerade liegt, zeigt an, wie viel Belichtungen gemacht worden.

Andere Constructionen der Roll-Cassette rühren von Anthony in New-York[1]). Perron[2]), Stirn in Berlin[3]) und Harbers in Leipzig[4]) her. Die letztere Form ist in Fig. 104 bis 107 abgebildet; das Material der Rollcassette ist Metall.

In Fig. 404 ist die Cassette von rückwärts gesehen, in den Fig. 405 bis 407 sind die Manipulationen beim Einlegen der Bandrollen dargestellt.

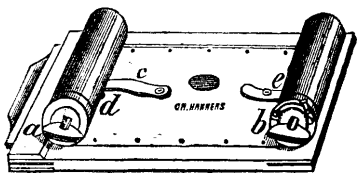


Fig. 404.

Behufs Füllens der Cassette wird der Schieber (Fig. 405) herausgezogen, die Verschlussklappe von der Hülse *a* für die Negativrolle entfernt und die Cassette mit der linken Hand bei der Hülse *b* für die Aufnahmswalze erfasst. Letztere ist aus Holz und trägt ein gummirtes Papierfähnchen *f*, welches durch einen Schlitz der Hülse *b* hindurchgeht und auf den Cassetten für das Negativband aufliegt. In die offene Hülse *a* wird nun die Negativrolle eingebracht. Vorher muss aber dieselbe hierzu in der Art vorbereitet werden, dass man das freie Ende zu einem stumpfen Fähnchen (Fig. 406) zuschneidet. Ist dies geschehen, so schiebt man die Rolle in die Hülse *a*

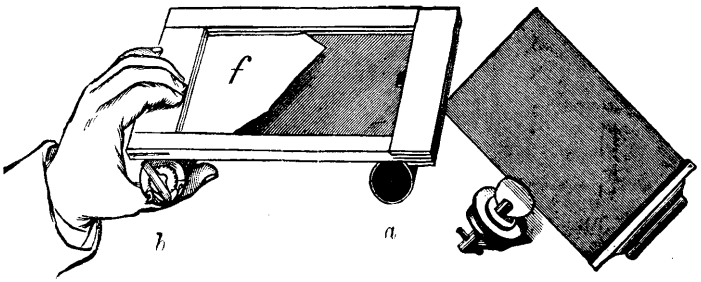


Fig. 405. Harbers Rollcassette.

und bewirkt durch Drehung der Rolle, dass die Spitze des Fähnchens durch einen Schlitz der Hülse *a* hindurchgeht und so wie das Papierfähnchen der Walze *b* auf der Cassettenplatte aufliegt (Fig. 407). Man schliesst die Hülse *a*, legt hierauf die Cassette auf den Tisch, befeuchtet das Ende des Negativbandes und drückt es an das Papierfähnchen *f* fest. Nach einigen Minuten ist die Verbindung hergestellt und kann das Negativ dann durch Drehen der Walze *b* auf diese nach Bedarf aufgewickelt werden. Zum Markiren der einzelnen Aufnahmen dient ein Messer *d*, welches am

1) Dieselbe ist einigermassen der Eastman'schen ähnlich (vergl. Pizzighelli, Handb. d. Photogr. 1891. I. S. 128).

2) La Nature. 1887. S. 311.

3) Eder's Jahrbuch f. Photographie für 1890. S. 11.

4) Ibid. 1891. S. 86.

Ende des Bügels *c* zunächst der Walze *a* (Fig. 404) sich befindet. Nachdem das Bandstück für die erste Aufnahme an Ort und Stelle sich befindet, wird durch Heben des Bügels *c* mittels des Messers ein rundes Loch in das Band geschnitten; dasselbe geschieht nach jeder Aufnahme, so dass also dies immer durch zwei Löcher begrenzt sind. Vor dem Entwickeln führt man die Schnitte durch die Mitte der Löcher hindurch.

Beim Bewegen des Bandes nach jeder Aufnahme kommt jedes Loch bis zur Walze *b*; dort befindet sich auf der Cassettenplatte ein Hebel *e* mit einem Stift, welcher in das Loch einschnappt. Ist dies geschehen, so kann, ohne Gewaltanwendung, das Band auf Walze *b* nicht weiter aufgewickelt werden. Dieser sich kundgebende Widerstand, sowie das Geräusch, welches der Stift beim Einschnappen verursacht, zeigen an, dass ein weiteres Stück Band zur Aufnahme bereit steht. Es wird jetzt bei Walze *a* wieder ein Loch geschnitten und kann die Aufnahme gemacht werden. Zum Aufwickeln derselben auf Walze *b* wird zuerst der Stift des Hebels *e* aus dem Loche gehoben und nach begonnener Drehung der Walze *b* gleich wieder eingelassen. Ist die Aufnahme ganz aufgewickelt, so schnappt der Stift in das nächste Loch wieder ein. Auf diese Weise werden sämmtliche Aufnahmen durchgeführt.

Hat man das Band verbraucht, so nimmt man in der Dunkelkammer die Walze *b*, worauf dasselbe aufgewickelt wurde, heraus; die nun leere Walze des Bandes wird mit einem Papierfähnchen versehen und

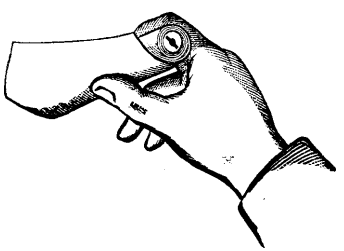


Fig. 406.

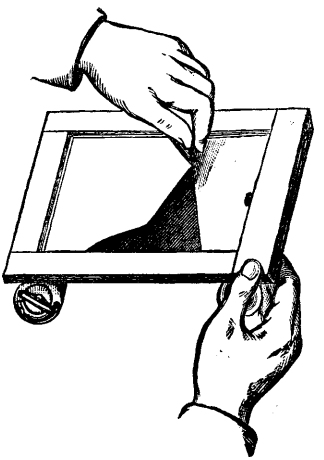


Fig. 407.

Harbers Rollcassette.

in die Hülse *b* gesteckt. In die Hülse *a* kommt eine neue Rolle Negativbandes Will man nach Verbrauch nur eines Theiles des Negativbandes die gemachten Aufnahmen entwickeln, so zieht man den Schieber heraus, dreht die Walze *b* nach Hebung des Hebels *e* so lange, bis das letzte Loch in die Mitte der Cassettenplatte kommt, schneidet das Band dort durch und zieht dann den belichteten Theil mit einem Zuge heraus. Hierbei muss die Sperrvorrichtung an der Walze *b* ausser Wirkung gesetzt werden, da sich sonst diese beim Ziehen des Bandes nicht zurückdrehen könnte. Ist das Papierfähnchen zum Vorschein gekommen, so trennt man daselbst das belichtete Band ab und verbindet dann auf bekannte Art den Rest des Bandes auf Rolle *a* mit dem Fähnchen.

Goerz in Berlin-Schöneberg gab der Rollcassette bei seiner „Buch-Detectiv-Camera“ (s. Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1890. S. 74) folgende Form: Fig. 408 zeigt das Aeussere der Camera, Fig. 409 das Innere. In der Mitte des Rückens des Buchdeckels befindet sich das Objectiv *T*. Dasselbe ist auf alle Gegenstände, welche sich von 3 m Entfernung bis unendlich befinden, fest eingestellt. Der Momentverschluss ist ein Fallverschluss, derselbe wird durch Anziehen der Schnur *J*, Fig. 409, gespannt und ausgelöst durch Seitwärtsdrücken des Hebels *M*. Mit dem Momentverschluss

kann man auch Zeitaufnahmen machen, zu diesem Zwecke schliesst man das Objectiv mit dem beigegebenen Stöpsel und schiebt den Hebel L, welcher von vorn gesehen für gewöhnlich nach rechts zeigt, nach links hinüber, wodurch das Objectiv vom Verschluss befreit wird und dann öffnet man das Objectiv durch Herausnehmen des Stöpsels. Sobald die Exposition beendigt ist, schliesst man die Objectivöffnung durch den Stöpsel.

Um zu dem Innern der Camera zu gelangen, muss man die beiden Schrauben S, S_1 ganz herausdrehen, damit der mit Papier überzogene Metallkasten von dem Buchdeckel befreit wird, so dass der innere Mechanismus freiliegt. In dem Gehäuse,

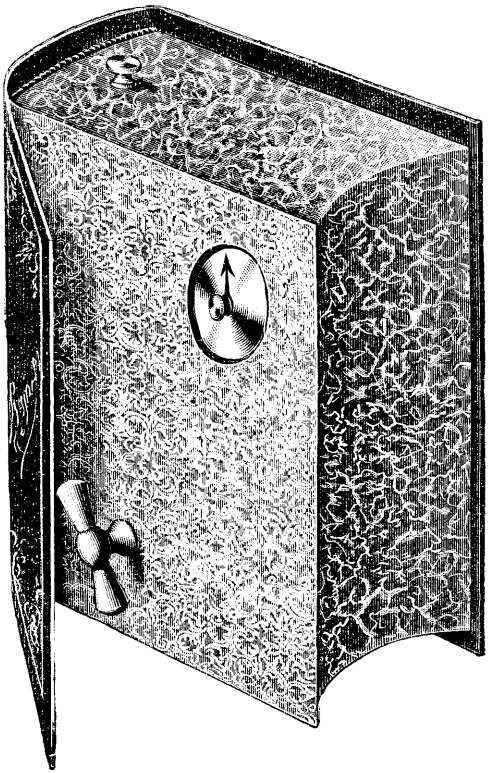


Fig. 408.

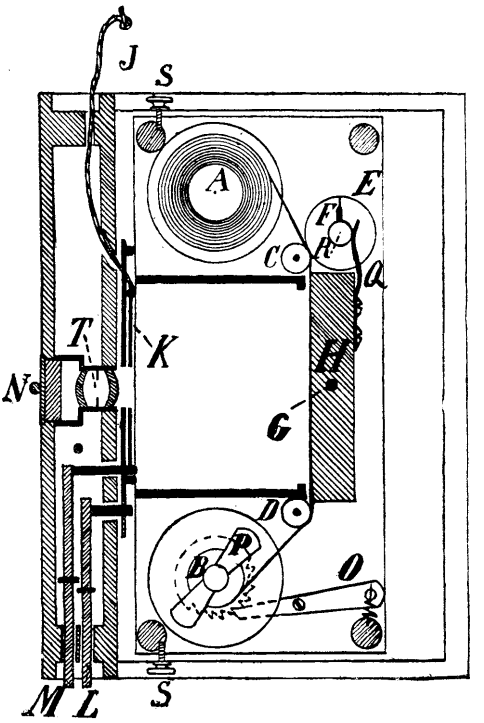


Fig. 409. Goerz's Detectiv-Camera.

welches Holzwände hat, sind fünf Walzen $A\,C\,E\,B\,D$ angebracht. Auf der Walze A befindet sich ein Streifen lichtempfindliches Bromsilberemulsionspapier, welcher für 100 Aufnahmen ausreicht, aufgewickelt. Von hier aus läuft das Papier zwischen den Führungswalzen C und D in der Entfernung der Brennweite des Objectives zu der Walze B und wird vermittelst des Schlüssels P, welcher zu diesem Zweck auf die Rolle B aufgeschraubt ist, aufgerollt. Ein kleiner abgeschlossener Raum hält das durch das Objectiv kommende Licht ab, auf das Papier einzuwirken, da die Rollen sich hinter diesen Schutzwänden befinden. Der Theil des Papieres, welcher sich zwischen den Walzen C und D befindet, wird bei jeder Exposition belichtet. Ein Sperrkegel O hindert die Walze B sich zurückzudrehen, so dass man auch den Schlüssel wieder herausschrauben kann. Das mit Federn, welche auf die Walze E

drücken, versehene Brettchen veranlasst das Papier gestreckt zu bleiben. Die Walze *E* dreht sich mit dem abwickelnden Papier und zeigt an, wann eine neue Länge lichtempfindliches Papier zur Exposition in die richtige Lage gebracht ist. Fig. 408. Um dieses erkennen zu können, hat der Metallkasten an dieser Stelle ein Loch, so dass man einen Einschnitt der Walze sowohl, wie den des feststehenden Achsfutters von aussen sehen kann. Um den Eintritt des Lichtes an dieser Stelle sowohl, wie an der Aufziehstelle *P* zu verhindern, sind die betreffenden Löcher inwendig mit rauhem Tuch bekleidet. Um nun das Ende des exponirten Papiers nach jeder Aufnahme markiren zu können, befindet sich in der Walze *E* eine messerähnliche Vorrichtung, welche durch Herausziehen und Hin- und Herbewegen des Knopfes *R* in Bewegung gesetzt wird und dadurch einen Eindruck auf das Papier macht. Entgegengesetzt zu den bisherigen Apparaten für Negativrollenpapier muss man an dem Reporter, bei dem Laden desselben zuerst das empfindliche Papier auf der Walze *A* und parallel zu der Axe derselben mit Gummilösung festkleben, dann schraubt man, nach dem Antrocknen, den Schlüssel in die Axe und rollt das Papier auf. Wenn dieses geschehen ist, zieht man den Stift *G* heraus, entfernt die Holzplatte *H*, führt das Papier zwischen den Walzen *C* und *E* hindurch über die Walze *D* und klebt wiederum noch das Papier auf der Walze *B* fest. Dann erst setzt man die Holzplatte *H* wieder ein welche durch den Stift *G* zu befestigen ist. Das Entladen geschieht auf folgende Weise, zuvörderst muss das Papier zwischen den Walzen in deren Nähe vermittelst eines Federmessers abgeschnitten werden. Dann ist die Sperrklinke *O* durch einen Druck auszulösen, der Schlüssel einzuschrauben und nun die Walze von dem darauf befindlichen Papier durch Abrollen desselben zu befreien. Hierbei durchschneidet man sogleich an den betreffenden Markirstellen der Messervorrichtung das Papier.

Andere Einrichtungen der Cassetten für Films werden noch weiter unten beschrieben werden.

X. Die Visirscheibe.

Die Visirscheibe, das Einstellglas oder schlechtweg die matte Scheibe genannt, besteht aus fein geschliffenem matten Glas. Es muss durchsichtig genug sein, um die Lichtstrahlen selbst noch bei starken Blendungen durchzulassen.

Gewöhnliche Visirscheiben sind mittels Schmirgel oder im Sandstrahlgebläse mattirt; die feinsten Visirscheiben erhält man durch Aetzen mit Flusssäure, welche Methode das zarteste und homogenste Matt gibt.[1])

Die Visirscheibe befindet sich in einem Rahmen, welcher so gearbeitet sein muss, dass er leicht und ohne Reibung herausgenommen (resp. bei Seite geschoben) und an seine Stelle die Cassette mit der empfindlichen Platte gesetzt werden kann. Die matte Glasfläche und die empfindliche Schichte müssen genau in dieselbe Ebene zu liegen kommen.

[1]) Genaue Anleitung zum Mattätzen von Glasscheiben s. C. Kampmann Dekorirung des Flachglases durch Aetzen. 1889. (W. Knapp in Halle a. Saale). An der Hand dieses vortrefflichen Buches gelingt das Mattätzen sicher.

Je feiner und kleiner die abzubildenden Gegenstände sind, desto feiner soll das Korn der Glasplatte sein; dies ist besonders dann nothwendig, wenn man mit der Loupe einstellt.

Ein mattes Glas, das zu undurchsichtig ist, kann durch Einreiben mit Olivenöl oder Vaselin durchsichtiger gemacht werden. Man gibt einen Tropfen Oel oder Vaselin auf das Glas und verbreitet es mit einem Leinwandlappen überall gleichmässig hin und reibt dann wieder trocken. Dasselbe erreicht man, wenn man die matte Scheibe über einer Weingeistlampe erwärmt, dann Wachs darauf reibt und mit Baumwolle abreibt.

Das Einölen der matten Scheiben hat den Nachtheil, dass sie leicht Staub annehmen und unsauber werden, weshalb Stolze folgendes Verfahren empfiehlt: Man schlägt Eiweiss zu Schnee, lässt 24 Stunden absetzen und übergiesst die Visirscheiben entweder, wenn man sie sehr durchsichtig braucht, mit der unverdünnten Flüssigkeit oder mit irgend einer genau auszuprobenden Verdünnung Man kann auf diese Weise jeden beliebigen Grad der Mattirung erzielen und hat stets eine saubere Visirscheibe, da das Eiweiss keine Neigung hat Staub festzuhalten [1]).

Als Ersatz für eine mattgeschliffene Scheibe kann man einen Mattlack benutzen, z. B. man löst [2]) 100 g Sandarak in 1000 ccm Aether auf und nimmt davon 100 ccm der Sandarak-Lösung, 65 ccm reines Benzol, 2—4 ccm absoluten Alkohol. Der Zusatz von mehr Alkohol veranlasst die Bildung von transparenteren Schichten.

Eine andere sehr gute Vorschrift zur Herstellung von Visirscheiben mit sehr feinem Korn gab Dr. Lohse an (Photogr. Archiv. 1889. S. 1.) Er weicht 6 g Gelatine in 150 ccm Wasser ein, erwärmt im Wasserbade bis zur Auflösung, wonach man 2 g Chlorbaryum zusetzt. Andererseits löst man 1 g schwefelsaures Ammoniak in 50 ccm Wasser auf und fügt diese Lösung zu der voranstehenden Chlorbaryum-Lösung. Es bildet eine äusserst feine Emulsion von schwefelsaurem Baryt. Man lässt dieselbe erstarren, zerkleinert sie, wäscht die Stücke mehrere Stunden in fliessendem Wasser, nimmt sie aus dem Waschwasser, lässt abtropfen und schmilzt die Gallerte im Wasserbade. Man filtrirt die warme Lösung durch Papier und übergiesst damit horizontal gelegte Spiegelplatten. Die Gelatineschicht erstarrt nach einiger Zeit, wonach die Platten aufrecht stehend getrocknet werden.

An Stelle der matten Glasscheibe wurden (seit 1890) auch transparente mattirte Celluloidplatten, welche unzerbrechlich sind, für Reisecameras angewendet, jedoch krümmen sich selbe an grösserem Formate bald.

1) Phot. Wochenbl. 1881. S. 236.

2) Die Herstellung von Mattlacken s. A. Lainer (Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1892).

Als Ersatz für eine mattgeschliffene Glasscheibe kann auch eine gesilberte und gewaschene Collodionplatte dienen [1]).

Das auf der mattgeschliffenen Glasscheibe sich darstellende Bild erscheint, sobald man es mit beiden Augen zugleich betrachtet, als Relief, so, als ob man den betreffenden Gegenstand stereoscopisch sehen würde. Diese Erscheinung hat nach Claudet [2]) ihren Grund darin, dass, obgleich man auf der matten Scheibe nur ein Bild wahrnimmt, dessen ungeachtet doch jedes Auge für sich ein verschiedenes Bild erkennt und dass hiernach in der That zwei Bilder auf der matten Scheibe vorhanden sind, von denen das eine allein dem rechten Auge, das andere nur dem linken Auge sichtbar ist [2]). — White schlug vor: blaue Visirscheiben für Landschaftsaufnahmen zu verwenden, weil das einfarbige Bild besser den Effect beurtheilen lassen soll, den die Photographie hervorbringen wird (Eder's Jahrb. f. Phot. für 1892).

A. Einstellen des Bildes auf der Visirscheibe.

Beim „Einstellen" ist das Bild auf der matten Visirscheibe der Camera so scharf als möglich zu fixiren.

Um eine kleine Verrückung der Visirscheibe beim Einstellen präcis durchführen zu können, bewegt man sie mit einer Schraube, wie S. 355 angegeben wurde oder bringt die S. 355 Fig. 318 beschriebene Vorrichtung zum Bewegen an.

Bei Objectiven mit kurzer Brennweite ist das innere Rohr mit den Linsen in dem äussern verschiebbar (wie in Fig. 76 S. 120 angedeutet ist), so dass das Scharf-Einstellen durch geringes Nähern oder Entfernen der Linsen von der Visirscheibe (anstatt umgekehrt) erfolgt. Dies geschieht durch ein Zahn-Getriebe oder sogenannte Micrometer-Schraube oder „Einstell-Trieb" (z. B. an Fig. 198 S. 277 ersichtlich) oder, wie Jamin 1855 versuchte [3]), durch einen Stiel. Objective mit langer Brennweite haben kein Zahn-Getriebe zum Scharfeinstellen.

Arbeitet man im Freien oder doch so, dass viel Licht auf die Visirscheibe fällt, so muss man Kopf und Camera mit einem dunklen Tuch verhüllen, weil man sonst kein Bild auf der Visirscheibe sehen würde. Da das lose hängende Tuch viel Lästiges hat, so bringt man an den beiden Seiten der Camera ein Paar Oesen an, in welche man dünne Eisenstangen stecken kann. Ueber diese Stangen hängt man dann das Tuch (vergl. eine ähnliche Einrichtung weiter unten).

Eine Einstellvorrichtung statt des Einstelltuches [4]) zeigt Fig. 410. An der Hinterseite der Camera ist eine Pyramide gebildet

1) Nach Emerson eignet sich eine gewöhnliche Fothergill-Trockenplatte mit ihrem zarten gelblichen Jodsilberhäutchen so vortrefflich, dass er bei sehr kleiner Objectiv-Oeffnung das Bild bis zur fünfzehnfachen Vergrösserung betrachten konnte. (Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5, S. 23.)

2) Horn's Phot. Journ. 1857. Bd. 8, S. 78.

3) Cosmos Bd. 6, S. 267. Kreutzer's Jahrber. d. Phot. 1885. S. 36.

4) Year Book of Phot. 1888, S. 155. — Eine ähnliche Einrichtung hatte bereits Stanley in der Phot. News. 1885, S. 496 beschrieben.

aus einem mit lichtdichtem Stoffe überzogenen Drahtgestell. An der Spitze ist eine cylindrische Oeffnung, welche durch eine Spiralfeder gespannt gehalten wird. Durch die Oeffnung kann man mittelst der Einstellloupe oder mit freiem Auge einstellen. Die Höhe der Pyramide richtet sich nach der Sehweite des Einstellenden. Durch leichtes Andrücken mit dem Kopfe kann man die Spirale der Cylinderöffnung etwas zusammendrücken und hierdurch das Auge der Visirscheibe nähern. Diese Vorrichtung macht das Einstelltuch entbehrlich, lässt die Hände frei und gestattet auch ein freies Athmen.

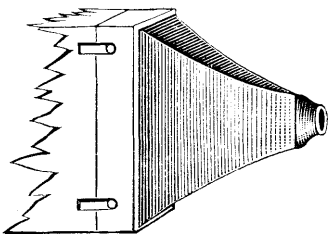


Fig. 410.
Einstellvorrichtung an der Visirscheibe.

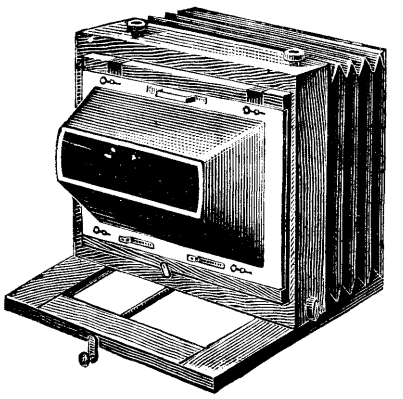


Fig. 411.
Tylar's Einstellkasten.

Analog ist auch Tylar's Einstellkasten [1]). Er besteht aus einem konischen Kasten mit eine Oeffnung (Fig. 411): derselbe wird mit Schrauben auf dem Rahmen der Einstellschraube befestigt und wird, wenn ausser Gebrauch zusammengelegt.

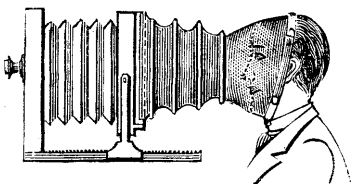


Fig 412. Hackh's Einstellsack.

Hierher gehört auch Hackh's Einstell-Sack, welcher ein amerikanisches Patent vom 6. Sept. 1888 auf die in Fig. 412 abgebildete Vorrichtung erhielt; auch hierbei soll der Operateur beim Einstellen vom seitlichen Licht geschützt und die Hände vollständig frei haben.

Das Scharf-Einstellen ist eine relativ leichte Sache, wenn es sich um Porträte handelt, wo man mit Linsen von grosser Lichtstärke operirt. Schwierig ist es nur, die Schärfe zu vertheilen, dass Gesicht und Hände, Kleidung und Hintergrund hinreichend gut zeichnen und keines allzu unscharf erscheine.

Ueber den Grad der Schärfe, der erfüllt sein muss, sind die Ansichten verschieden. Manche Photographen sind unglaublich penibel

1) Nach Talbot, Berlin.

darin, andere höchst oberflächlich und es muss zugegeben werden, dass Porträte existiren, die an Schärfe sehr viel zu wünschen übrig lassen und doch von wundervoller künstlerischer Wirkung sind.

Schwieriger ist das Scharf-Einstellen bei Landschaften und noch schwieriger bei Reproductionen, wo es auf äusserste Genauigkeit ankommt.

Bei Landschafts-Aufnahmen soll man zuerst jenen Gegenstand scharf einstellen, welcher im Bilde die Hauptsache ist: in der Regel der Vordergrund; dann erst durch Einsetzen kleiner Blenden die Bilder der übrigen Gegenstände scharf zu bekommen trachten. Mitunter stellt man absichtlich bloss auf den Vordergrund scharf ein und benutzt nicht die kleinste Blende bei der Aufnahme, damit der ferne Hintergrund unschärfer als der Vordergrund erscheint, wodurch eine bessere Perspective erzielt wird, als wenn Vorder- und Hintergrund gleichmässig und völlig scharf erscheinen.[1])

Beim Einstellen grösserer Reproductionen von eben gespannten Zeichnungen oder Plänen stellt man einen Punkt zwischen Rand und Mitte scharf ein und zwar mit grösseren Blenden, da die kleinen Blenden das Bild häufig zu lichtarm machen. Nach beendigtem Einstellen fixirt man das Camera-Rücktheil und setzt eventuell eine der kleinsten Blenden ein. Das Einstellen zwischen Rand und Mitte ist empfehlenswerth bei Aplanaten, Euryscopen, Rectilinearen; bei Zeiss's Anastigmat kann man das Centrum selbst scharf einstellen. — Gut aplanatische Objective kann man mit voller Oeffnung einstellen und dann klein abblenden; bei schlecht corrigirten Linsen fällt der Punkt der schärfsten Einstellung ohne Blende nicht immer mit dem zusammen, welchen man bei Anwendung einer kleinen Blende erhält. Sollte es übrigens durchaus nicht möglich sein, mit derselben engen Blende, mit welcher man aufnehmen will, einzustellen, so nehme man zum Einstellen höchstens die nächst vorhergehende etwas grössere Blende.

Unvollkommen corrigirte Landschaftslinsen mit sphärischer Abweichung können Verlängerung des Focus zeigen, wenn man eine Blende einsetzt. Die Randstrahlen haben nämlich bei solchen Linsen einen kürzeren Focus als die centralen Strahlen. Stellt man nun auf die mittlere Schärfe ein und blendet dann ab, so bleibt nur Focus der centralen Strahlen übrig. (Vergl. S 217.)

B. Die Einstell-Loupe.

Um das Bild auf der Visirscheibe scharf einstellen zu können bedient man sich einer Loupe, welche den Namen „Einstell-Loupe“ führt.

Die gewöhnliche Form der Einstell-Loupe, wie sie namentlich zuerst von Frankreich aus in den Handel gebracht wurde, beruht auf den Einrichtungen eines Huyghen'schen Ocular's; hierbei kommen zwei kleine convexe Linsen in Combination, deren convexe Seiten einander zugekehrt sind und welche in der Regel in der Mitte eine Blende besitzen.

1) Vergl. den Text in dem Werke „Amateur-Kunst“ (Künstlerisch. Theil von Falke technisch. Theil von Eder). Wien, 1891. Verlag d. Gesellsch. f. vervielfält. Kunst.

Eine solche französische sehr gute Einstell-Loupe (von Berthiot in Paris) ist in Fig. 413 abgebildet. Sie besteht aus zwei planconvexen Linsen von verschiedenen Glassorten und zwar von nachstehender Construction:

Oeffnung = 25 mm Brechungsindex

Linse *a*. $D_1 = 4 \left\{ \begin{matrix} R_0 = 37{,}16 \\ R_2 = \infty \end{matrix} \right\} n = 1{,}508,$

Linse *b*. $D_3 = 3 \left\{ \begin{matrix} R_4 = \infty \\ R_6 = 40{,}71 \end{matrix} \right\} n = 1{,}554,$

Oeffnung der Ocularlinse = 15 mm.

Der obere Theil der Loupe befindet sich in einer äusserlich schraubenartig geformten Messingröhre (*c*), welche sich in den unteren Theil hinein- und herausbewegen lässt und durch Anziehen des Schraubenringes (*d*) festgeklemmt werden kann.

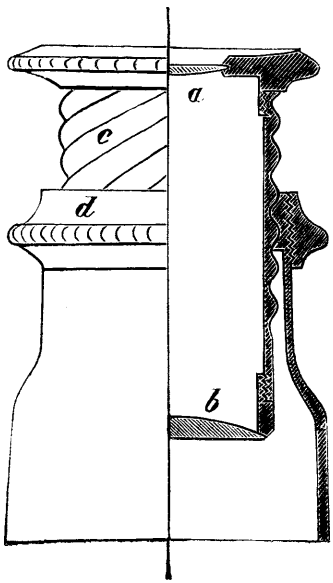


Fig. 413. Einstell-Loupe.

Dieselbe Grundform der „französischen Einstell-Loupe“ in anderer Metallfassung zeigt Fig. 414. Die zwei planconvexen Linsen (*a* und *b*) sind an beiden Enden des Cylinders *C* befestigt. *C* gleitet mit sanfter Reibung in der Röhre *B* vor- und rückwärts, welche durch einen Schraubenumgang sich wieder in eine noch weitere Röhre *A* einschiebt.

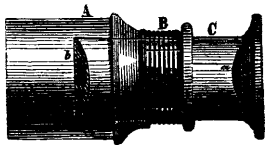


Fig. 414. Einstell-Loupe.

Auch die vortreffliche Voigtländer'sche Einstell-Loupe besteht aus einer grösseren und einer kleineren planconvexen Linse, deren convexe Seiten einander zugekehrt sind, zwischen beiden befindet sich die Blendung.

Der Radius der dem Objecte zugekehrten grösseren Linse ist 40,5 mm, der kleineren dem Auge zugekehrten 52,68 mm, der Durchmesser derselben 28 bezw. 10 mm. Die Glassorte, woraus sie hergestellt sind, ist Hart Crown mit einem mittleren $N_D = 1{,}51669$. Die Entfernung der beiden Linsen beträgt 62 mm, die Blende, welche in der Mitte zwischen beiden steht, hat 20 mm Oeffnung.

Ein ebeneres Gesichtsfeld als jene Loupen gibt die Steinheil'sche aplanatische Einstell-Loupe, welche vortreffliche Eigenschaften besitzt und ein ganz anderes System repräsentirt. Steinheil verkittete zwei symmetrische Flintglas-Meniscen mit einer biconvexen Crownglas-Linse zu einer Linse. Fig. 415 zeigt die Construction der Steinheil'schen aplanatischen Einstell-Loupe. Die Loupe wird an die Visirscheibe *A* angelegt und durch Nähern oder Entfernen des innern Rohres (*b*) im äussern (*c*) eingestellt.

Die Einzelheiten bezüglich der Glassorten in Krümmungsradien der Steinheil'schen Loupe sind aus nachstehenden Daten ersichtlich:

Krümmungsradius:

$\rho_0 = \rho_1 = +31{,}313$ mm
$\rho_2 = \rho_3 = \mp 14{,}058$ mm
$\rho_4 = \rho_5 = \pm 14{,}058$ mm
$\rho_6 = +31{,}312$ mm

Dicke $(d_1) = 2{,}32$ mm,
Dicke $(d_3) = 7{,}67$ mm,
Dicke $(d_5) = 2{,}32$ mm.

Die beiden äusseren Linsen bestehen aus Flintglas vom Brechungscoëfficienten = 1,613, während die mittlere Linse aus Crownglas ($n = 1{,}518$) besteht.

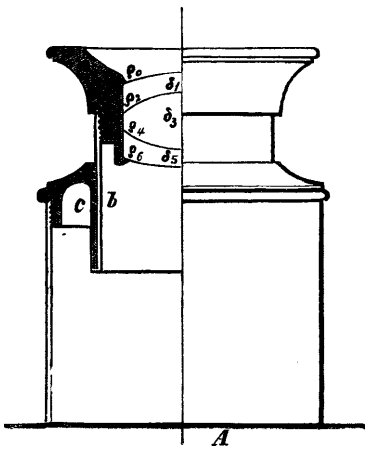


Fig. 415. Steinheil's Einstell-Loupe.

Wenn die Camera mit dem Objectiv gegen das zu reproducirende Object gewendet ist, so wähle man in diesem letzten einen vollständig scharfen Punkt, welcher ungefähr in die Mitte der Visirscheibe fällt, und einen andern der nahe am Rande so viel als möglich in einer mittleren Ebene liegt, d. h., welcher zwischen dem Vorder- und Hintergrund befindlich ist. Man untersucht das Bild auf dem matten Glas, indem man ein schwarzes Tuch über den Kopf wirft, das zugleich den Oberkörper und die Camera, mit Ausnahme des Objectives einhüllt.

Indem man die Visirscheibe vor- oder rückwärts schiebt und mit der Loupe das Bild des Mittelpunktes untersucht, kann man demselben leicht die möglichste Schärfe geben.

Untersucht man alsdann den Punkt des Randes der Visirscheibe, so wird man sehen, ob dieser in dem Bilde scharf ist; gewöhnlich ist er es nicht, die zwischenliegenden Punkte werden hingegen desto schärfer, je mehr sie sich dem Centrum nähern. Man befestigt die Visirscheibe nach der Einstellung immer mit einer Klemmschraube.

Wenn das Objectiv aplanatisch ist (s. Bd. I, S. 217), so kann man das Bild mit einem grossen Diaphragma einstellen, das Bild erscheint alsdann sichtbarer; aber

um einzustellen, muss man dazu ein bestimmtes, nahe am Centrum des Einstellglases gelegenes Object wählen, welches sich in mittlerer Entfernung von der Camera befindet. Man ersetzt alsdann das grosse Diaphragma durch ein anderes mit kleinerer Oeffnung, welches die Schärfe über eine um so grössere Fläche der Visirscheibe ausbreitet, als das Diaphragma kleiner ist. (Vgl. S. 395).

Bei der Einstellung wird *A* auf jenen Theil der Visirscheibe angelegt, wo man das Bild zu betrachten wünscht.

Man richtet zunächst die Loupe für sein Auge, indem man den Cylinder *C* in *B* schiebt, und befestigt dann die Stellung dadurch, dass man *B* in *A* durch eine Schraubenumdrehung feststellt, doch muss man Sorge tragen, dass Niemand die Loupe mehr berühre, denn da Jedermann sie erst nach seinem Auge richten muss, so könnte man bezüglich des Einstellens einen argen Fehler herbeiführen.

Die Einstell-Loupe wird am besten in folgender Weise benutzt: Man macht mit Bleistift einen Strich auf die matte Scheibe, setzt die die Loupe auf die andere Seite und schiebt sie nun so lange hin und her, bis der Strich scharf erscheint. Der Geübte kann das Korn der matten Scheibe selbst als Einstell-Object benutzen. Das optische Bild auf der matten Scheibe wird dann beim Betrachten mit der Loupe sofort eingestellt sein.

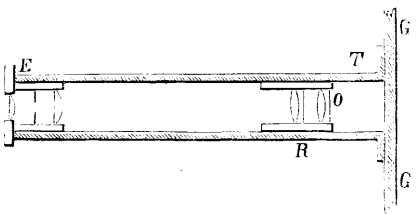


Fig. 416.

Eine vortreffliche Methode um sehr scharf einzustellen, beschrieb zuerst Ed. Emerson[1]). Man nimmt statt der matt geschliffenen Visirscheibe ein gewöhnliches blankes Glas und ritzt auf der dem Innern der Camera zugewendeten Seite mit einem Diamanten feine parallele Linien $^1/_{10}$ cm nebeneinander ein. Dann stellte man mit einem eigens zu diesem Zwecke von Rood construirten zusammengesetzten Microscop (Fig. 416) sorgfältig auf diese Linien ein. (*G* Visirscheibe; *O* achromatisches Objectiv; *E* Ocular; bei *R* schiebt sich das Object mit einem Zahnrad aus und ein; *ET* äussere Röhre.) Nun ist es leicht, das in der Camera erzeugte Bild der Lage nach mit diesen parallelen Linien zusammenfallen zu lassen[2]). Durch diesen Vorgang erhält man ein helles optisches Bild und kann die zartesten Gegenstände (z. B. das Blatt einer Ulme in einer Entfernung von $^1/_2$ englischen Meile) einstellen, da das Bild sogar eine 150 bis 200malige Vergrösserung erträgt.

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5, S. 24; aus Silliman's Journ. Bd. 37, S. 227.

2) Diese Methode des Einstellens ist namentlich zur Microphotographie höchst wichtig.

Ein sehr gutes Einstell-Mikroscop, welches ungefähr 20mal vergrössert, construirte Dr. Steinheil in München (s. Eder, Phot. Corresp. 1891).

Fig. 417 stellt dasselbe in halber natürlicher Grösse dar. Die Loupe wird dicht an die Visirscheibe oder das zu prüfende Negativ AA' angelegt. Das auf der Ebene AA' befindliche Bild wird von dem aplanatischen Objective B aufgefangen und in die Ebene O projicirt, und zwar um so vielmal vergrössert, als der Abstand des Hauptpunktes des Objectives B von der Platte AA' in dem Abstande von eben diesem Punkte bis zur Projectionsebene O enthalten ist. Dieses projicirte Bild in der Ebene O wird nun nochmals durch das Ocular C vergrössert, so dass das ursprüngliche Bild auf der Platte AA' etwa 20mal vergrössert erscheint.

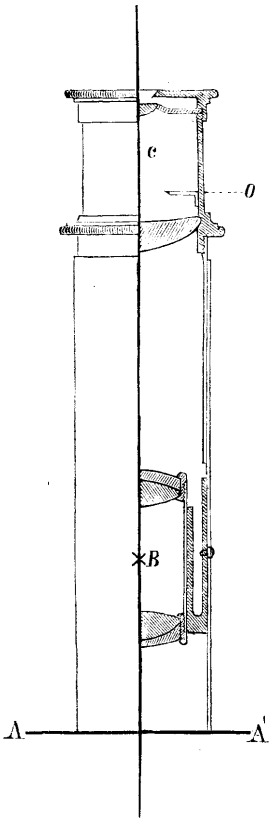


Fig. 417.

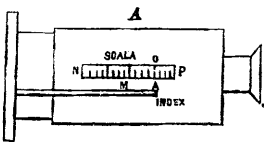


Fig. 418.

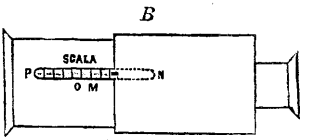


Fig. 419.
Scala zum Erleichtern des Einstellens.

Um rasch einstellen zu können, kann man an der Camera die Brennweite der im Gebrauch befindlichen Linsen markiren. Jede solche Scala muss mit der Zahl oder der Bezeichnung der Linse versehen sein. Diese Scalen können an den festen Theilen des Camera-Körpers verzeichnet sein; ein am beweglichen Theile angebrachter Zeiger zeigt den Punkt der Scala an, welcher unter dem Zeiger angebracht werden muss, um dem matten Glase den richtigen Brennpunkt für irgend eine gegebene Entfernung des Gegenstandes zu geben. Scala und Zeiger können auch an der Camera angebracht werden. — Fig. 418 und 419 zeigt diese Anordnung. In A (Fig. 418) ist die Scala aussen am Körper und der Zeiger (Index) am beweglichen Theile. In B (Fig. 419) befindet sich die Scala am beweglichen Theile, während der Zeiger am Rande des festen Theiles angebracht ist In beiden ist das Ende P der Scala der Brennpunkt für unendlich weit entfernte

Gegenstände und *N* der Brennpunkt für ein lebensgrosses Bild. *M* der Brennpunkt für ein halb naturgrosses Bild; *O* für den vierten Theil eines solchen[1]).

XI. Combination eines Spiegels oder Prismas mit der Visirscheibe

zur Erleichterung des Einstellens und zur Ermittelung des geeigneten Momentes zur Aufnahme beweglicher Objecte.

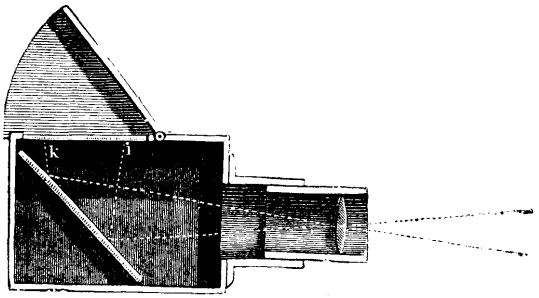


Fig. 420. Camera mit Spiegel.

Die Beurtheilung des Bildes ist für den ganz Ungeübten wegen der verkehrten Lage des ersteren schwer. Deshalb hatte man früher entweder im Innern der Camera (Fig. 420) oder besser hinter der Visirscheibe einen Spiegel im Winkel von 45 Grad angebracht, welcher das Bild aufrecht stellt.

Einen Umkehrungsspiegel brachte Clinedinst in Baltimore hinter der Visirscheibe an; diese Construction ist in Fig. 421 abgebildet[2]). Hinter der Visirscheibe wird unter einem Winkel von 45° der Spiegel

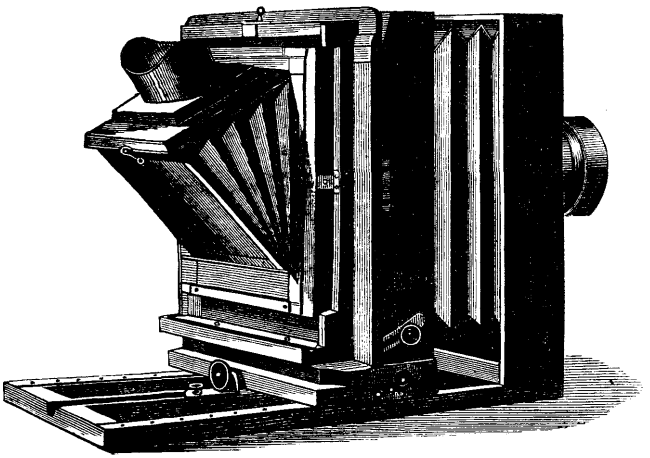


Fig. 421. Vorrichtung zum Aufrechtstellen der Bilder auf der Visirscheibe

unter Abhaltung von seitlich einfallendem Licht beseitigt. Man blickt von oben hinein und sieht das Bild aufrecht, was dem Ungeübten eine

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 33; aus London phot. Soc. Bd. 7, S. 123.
2) Liébert, La Photographie en Amérique. 1878. S. 27.

Erleichterung bei der Beurtheilung des Bildes gewährt, für den Geübten aber völlig entbehrlich ist.

Sutton liess im Jahre 1860 eine Camera für augenblickliche Aufnahmen patentiren, welche das Einstellen dadurch erleichterte, dass ein geneigter Spiegel (Fig. 422) im Innern der Camera angebracht war, welcher das Bild nach aufwärts auf eine horizontale Visirscheibe wirft. Eine Klappe am oberen Theil der Camera dient zum Verdecken der Visirscheibe. Exponirt wird durch Heben des Spiegels, wodurch das Bild zur empfindlichen Platte gelangt. Diese Vorrichtung wurde Gegenstand mancher neueren Constructionen bei Moment-Cameras; z. B. construirte Manenizza (Phot. Corresp. 1884. S. 33) eine Camera, bei welcher unmittelbar nach dem Einstellen die Exposition erfolgte und auf dem Sutton'schen Principe beruht; auch Tourtin (Bull. Soc. franç. Phot. 1882. S. 143) hatte eine ähnliche Construction ausgeführt. Von neueren Moment-Apparaten wäre hier Loman's „Reflexcamera" zu erwähnen.

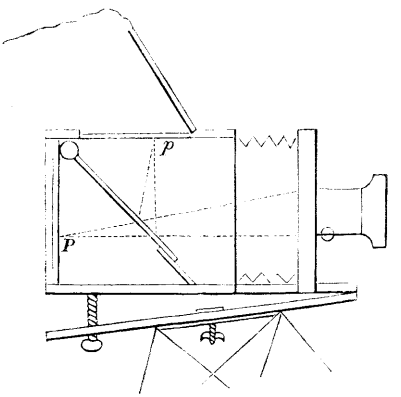


Fig. 422. Sutton's Camera.

Bei Loman's Reflex-Detectiv-Camera liegt ein drehbarer Spiegel unter 45° Neigung gegen die Objectivachse; der Spiegel deckt zugleich die empfindliche Platte. Hat man das Bild eingestellt, so wird der Momentverschluss in Thätigkeit gesetzt, der zunächst den Spiegel hebt, dann den Momentverschluss (vorbeigleitender Spalt, analog dem Anschütz'schen Verschluss s. S. 317) auslöst. (Phot. Mitth. Bd. 26. 1889. S. 176 mit Figur.)

Eine neuere bessere Construction dieser Art führte Dr. Krügener in Bockenheim bei Frankfurt a. M. aus (1891).

Die Krügener'sche „Normal-Reflex-Camera" beruht auf dem Principe, dass ein und dasselbe Objectiv sowohl zur Aufnahme als auch zum Suchen dient, indem das Bild durch einen in der Camera angebrachten Spiegel auf eine oben befindliche Mattscheibe geworfen wird. Im Moment der Aufnahme wird der Spiegel durch Federdruck in die Höhe getrieben und das Bild von der Platte aufgenommen. Der Momentverschluss dieser Camera besteht aus einer Klappe *a* und aus einem Schieber *b*. Erstere befindet sich unter dem Spiegel *c* und hat ihren Drehpunkt in der Axe *d* desselben. Beide Theile werden durch Federn aufwärts getrieben und können jedes für sich beim Herunterdrücken eingeklinkt werden. Dieses geschieht für den Spiegel *c* durch die auf der Spiegelaxe befindliche Scheibe *f*, welche eine Auskerbung trägt, in welcher sich der federnde Hebel *g* einlegt, während die Klappe *a* am Boden der Camera mit einer federnden Klinke *h* in den Stift *i* eingreift. Wird der federnde Hebel *g* nach hinten zugeschoben, so wird der Spiegel ausgelöst und durch Federkraft

gegen den Rahmen *k*, welcher mit Tuch belegt ist, gehoben. In demselben Momente, wo der Spiegel oben ankommt, stösst er gegen eine Nase *l*, welche ihrerseits den Stift *i* unter der Klinke *h* fortzieht, wodurch sofort die Klappe *a* ausgelöst wird und ebenfalls nach oben fliegt, jedoch nur so hoch, dass die Strahlen des Objectivs eben vorbei können. Sobald die Klappe *a* oberhalb des Objectives angekommen ist, stösst die Nase *m* gegen den Winkelhebel *n*, der den Schieber *b* geöffnet hält und verursacht das Schliessen desselben, das durch Federkraft geschieht. Der Winkelhebel *n* wird durch eine starke Feder beeinflusst und hat keinen Anschlag, so dass eine Erschütterung nicht eintreten kann. Der Schieber *b* wird vor jeder Aufnahme durch Ziehen an Knopf *e* geöffnet, jedoch erst nachdem der Spiegel schon nach unten gedreht wurde. Versucht man, den Schieber *b* vorher zu öffnen, so kann derselbe nicht in den Winkelhebel *n* einklinken (bleibt also nicht von selbst geöffnet), da dieser durch die Klappe *a* gehoben

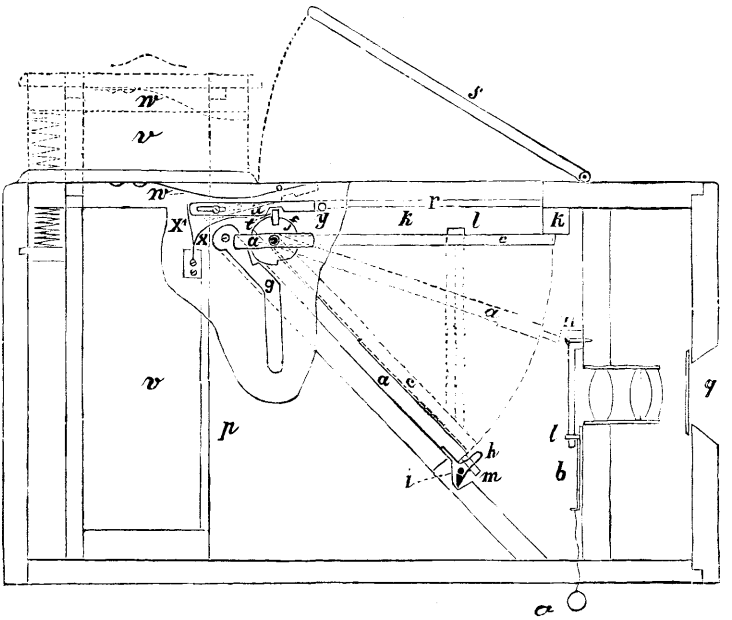


Fig. 423.

ist. Sobald man aber den Spiegel mittels des Schlüssels an Scheibe *f* nach unten dreht, wird die Klappe *a* mitgenommen, wodurch der Winkelhebel *n* wieder in den Stift *e* des Schiebers b eingreifen kann, und dieser beim Ziehen offen stehen bleibt. Zieht man aus Versehen den Schieber *b* auf, bevor Spiegel und Klappe *a* nach unten gedreht wurden, so kann trotzdem noch kein Licht auf die empfindliche Platte *p* fallen, da vor dem Objectiv sich noch ein besonderer Sicherheitsschieber *q* befindet, der durch Federkraft geschlossen bleibt, und erst durch Drücken auf einen Knopf geöffnet wird; dieses geschieht mit der linken Hand, während die rechte durch Hebel *g* den Spiegel *c* auslöst. Uebersieht man es, den Sicherheitsschieber *q* zu öffnen, so würde man kein Bild auf der Mattscheibe *c* sehen, ebenso nicht, wenn man vergisst, Schieber *b* zu öffnen; die Camera controlirt die Fehler also selbst.

Die Klappe *a* dient zugleich als Theil des Momentverschlusses, sowie um das Licht abzuhalten, das durch die Mattscheibe eindringt, während der Spiegel nach oben fliegt, dieser schliesst das Licht mit Hilfe des Rahmens *k* vollständig ab, so dass

wenn die Klappe *a* nachfolgt, kein fremdes Licht eindringen kann. Auf der Camera über der Mattscheibe *i* befindet sich der Lichtschirm *s*, dieser muss geschlossen sein, wenn der Spiegel nach unten gestellt wird, damit kein Licht durch die Mattscheibe *i* zur Platte *p* gelangen kann. Nun wird aber der Spiegel *c*, wenn er oben angelangt ist, durch Einschnappen des Stiftes *t* in der Einkerbung der drehbaren Leiste *u* dort

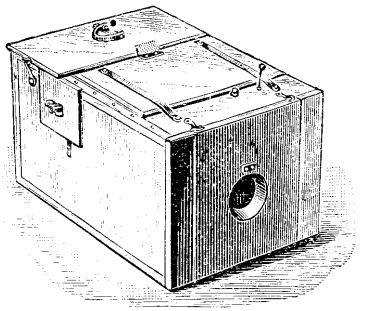
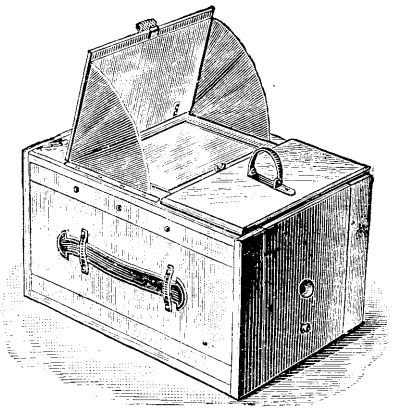


Fig. 423 a.



Dr. Krügener's Reflex-Camera. Fig. 423 b.

festgehalten und kann nicht früher wieder mittels des Schlüssels nach unten gedreht werden, bis man eine frische Platte gewechselt hat, das durch Anziehen des Wechselkästchens *v* (Wechselsystem der Normalcamera) geschieht. Hierdurch wird die Feder *w* von der Leiste *u* entfernt und diese durch Feder *x* nach oben und durch Feder *x'* seitlich verschoben, so dass das Ende der Leiste *u* über Stift *y* zu liegen kommt. Wird nun das Wechselkästchen *v* wieder eingeschoben, so kommt Feder *w* wieder auf Leiste *u* zu liegen,

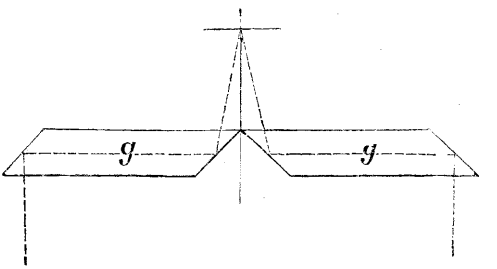


Fig. 424.

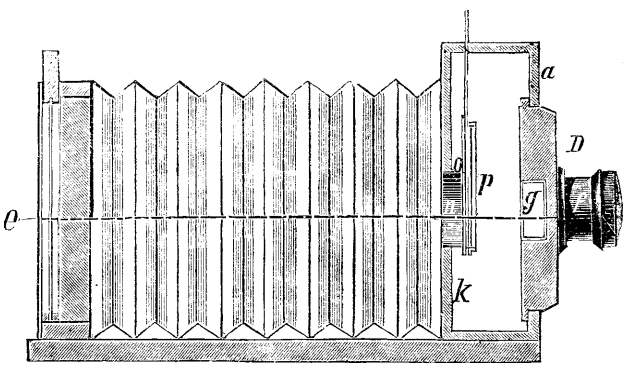


Fig. 425. Rhomboëder-Camera.

doch kann diese sich nicht gegen Scheibe *f* legen, da Stift *y* dieses verhindert. Jetzt kann also, nachdem gewechselt wurde, der Schlüssel mit Scheibe *f* gedreht und der

Spiegel damit nach unten gestellt werden, welcher die Klappe *a* mitnimmt, die ihrerseits die Platten gegen das durch die Mattscheibe dringende Licht schützt. Der Lichtschirm *s* muss andererseits auch geschlossen sein, wenn man eine Platte wechseln will, da eine Feder das Ziehen des Wechselkästchens *v* verhindert, wenn der Lichtschirm geöffnet ist. Schliesst man diesen, so wird die Feder zur Seite gedrückt, so dass man wechseln kann. Nachdem gewechselt ist, dreht man den Spiegel nach unten, zieht Schieber *b* auf und ist für eine weitere Aufnahme bereit. Uebersieht man, den Spiegel nach dem Wechseln nach unten zu stellen, so bleibt, wie schon oben erwähnt, Schieber *b* nicht geöffnet, man wird aber daran erinnert und andererseits verhindert der Sicherheitsschieber *q* das Eindringen von Licht, wenn der Spiegel sich noch oben befindet und dann der Schieber *b* gezogen wird. Es ist also unter keinen Umständen möglich, einen Fehler zu begehen. (Fig. 423a und 423b zeigen die Aussenansicht der Krügener'schen Reflex-Camera.)

XI. Anwendung von Glas-Rhomboëdern oder Spiegeln zur Erzeugung von zwei Bildern, deren eines zum Einstellen und deren anderes zum Photographiren dient.

Bei der von Dr. H. Cohn erfundenen „Rhomboëder-Camera“ [1]) werden mittels eines einzigen Objectives gleichzeitig zwei Bilder projicirt,

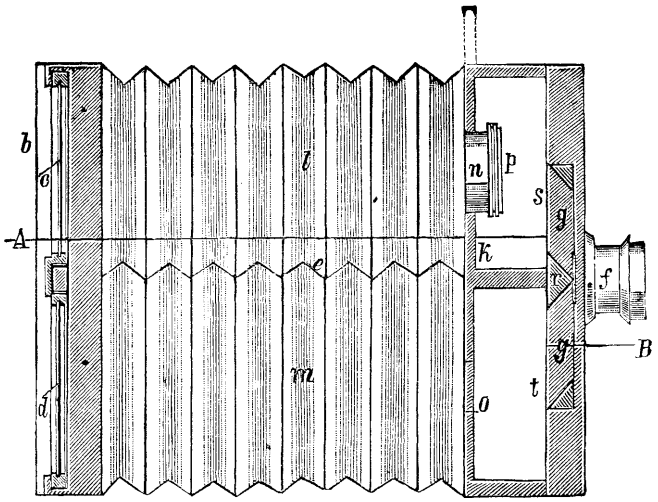


Fig. 426. Rhomboëder-Camera.

von denen eines zur Beobachtung und Einstellung benutzt wird, während das andere für die Aufnahme dient. Das Verdoppeln des Bildes wird durch Anbringung zweier Glasrhomboëder unmittelbar hinter dem Objectiv bewirkt. Den Gang der Lichtstrahlen zeigt die Fig. 424. Dieselben werden von den beiden geneigten Seitenflächen der beiden Rhomboëder *g g* und den gegenüber liegenden Seitenflächen und von diesen in das Innere der Camera reflectirt. Die Fig. 425 zeigt die ganze

1) Phot. Mitth. Bd. 26, S. 111. Pizzighelli, Handbuch S. 236.

Camera in der Seiten-, die Fig. 426 in der oberen Ansicht. Die Rhomboëder $g\,g$ sind unmittelbar hinter den Objectiven f befestigt. Dem Objectivbrett gegenüber befindet sich eine zweite, verticale Wand mit zwei

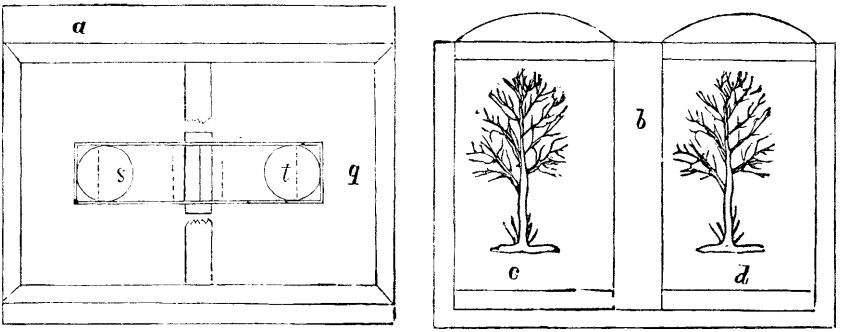


Fig. 427.

Oeffnungen n und o für den Durchgang der von den beiden Rhomboëdern kommenden Lichtstrahlen. Jene Oeffnung (n), welche für die Aufnahme dient, ist mit dem Momentverschluss p versehen. Durch eine elastische Zwischenwand e ist die Camera in zwei Räume, l und m, getheilt, letztere besteht also eigentlich aus zwei mit einander verbundenen Cameras, deren Hintertheile sich gleichzeitig verschieben lassen. Wird mittels einer Camera auf die Visirscheibe eingestellt, so wird das Bild auf der in der anderen Camera befindlichen empfindlichen Platte c gleichzeitig scharf erscheinen. Die Glasrhomboëder $g\,g$ sind in einer Fassung q (Fig. 427) gelagert, welche zwei kreisförmige Oeffnungen s und t für den Durchgang der Lichtstrahlen gegenüber den Oeffnungen n und o (Fig. 426) enthält.

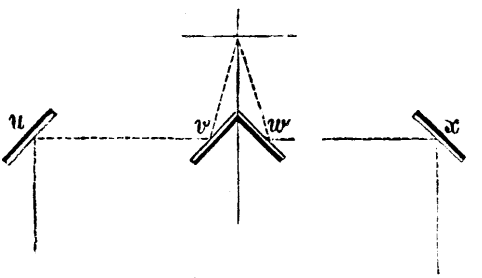


Fig. 428.

Diese in der Camera verwendeten Rhomboëder können durch Planspiegel, welche nach Fig. 428 angeordnet sind, oder noch besser durch Prismen, wie es die Fig. 429 zeigt, ersetzt werden.

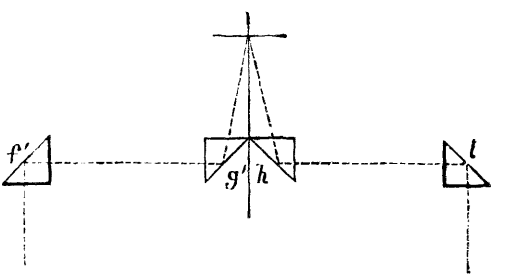


Fig. 429.

Diese Camera wurde hauptsächlich für medicinische Zwecke, wie zur Aufnahme des Innern des Augapfels, des Kehlkopfes etc. construirt bei welchen Aufnahmen es unumgänglich nothwendig ist, das Bild des Objectes in dem Augenblicke, als es angestellt erscheint, ohne Zeitversäumniss durch Entfernen der Visirscheibe, Einführen der Cassette u. dergl. aufzunehmen.

XII. Vorrichtungen um sich bewegende Objecte im richtigen Momente photographiren zu können, unter Anwendung zweier identischer Objective, wovon das eine als Sucher dient.

Es ist schwierig schnell sich bewegende Gegenstände, wie Ruderboote, Dampfboote, rennende Thiere scharf zu erhalten. Es ist keine Zeit, die Platte rasch genug an die Stelle der Visirscheibe zu bringen, sobald man merkt, dass das Bild in der richtigen Lage sich befindet.

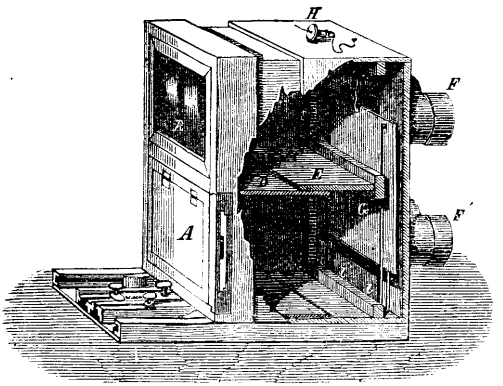


Fig. 430. Disdéri's Camera zu Moment-Aufnahmen.

Wie rasch man auch hierbei verfahren mag, einige Secunden werden darüber hingehen und das sich bewegende Object, welches man in seiner Bewegung erfassen wollte und dessen sehr scharfes Bild man auf der Visirscheibe hatte, wird sich weiter bewegt haben, folglich das Bild unscharf geworden sein. Um diese Schwierigkeiten zu beseitigen kann man die oben beschriebene Spiegelvorrichtung anwenden. Sicherer wirken eigene Visirobjective, welche mit der eigentlichen Camera combinirt werden. Die Grundform ist die Camera von Disdéri.

Fig. 430 ist die Zeichnung von Disdéri's Camera zu Moment-Aufnahmen von Stereoscop-Bildern[1]). Ueber der zur Aufnahme bestimmten Camera ist eine zweite mit denselben Objectiven angebracht, welche Camera nur zum Einstellen dient.

A ist die Cassette mit der empfindlichen Platte, *B* die feste Visirscheibe: diese beiden Theile bewegen sich gleichzeitig mit dem Rücktheile der Camera. Eine Scheidewand *D* von der Breite des Rücktheiles der Camera theilt dies in zwei Hälften, die der Cassette und die der Visir-

1) Disdéri, Die Photographie als bildende Kunst. 1864. S. 96.

scheibe, die Scheidewand E theilt den Vordertheil der Camera. FF' sind zwei Paare Stereoscop-Objective. G ist ein bewegliches Brettchen, welches als Moment-Verschluss dient; durch Ziehen an dem Knopf H wird es gehoben, durch die Gummischnur ii nach unten gezogen. Die Objective sind von ganz gleicher Brennweite und die Platte befindet sich in derselben Ebene, wie die Visirscheibe. — Will man eine Aufnahme machen, so setzt man die Cassette A mit der empfindlichen Platte an ihre Stelle, stellt das Bild auf der Visirscheibe ein und zieht den Schieber rasch empor, welcher sofort zurückfällt, sobald man den Knopf loslässt.

Selbstverständlich wird man gegenwärtig einen besseren, pneumatisch oder electrisch auszulösenden Moment-Verschluss mit dieser Camera combiniren.

Ueber die Anwendung von Glas-Rhomboëdern und Spiegeln zur Erzeugung eines Doppelbildes unter Benutzung eines Objectives wurde bereits oben (S. 404) gesprochen.

Sehr häufig wird mit der Camera ein Einstell-Objectiv verbunden, welches (wie oben erwähnt) denselben Focus wie das photographische Objective hat und fest mit dem Vordertheil der Camera verbunden ist. Das hierzu gehörige matte Glas ist an dem Hintertheil der Camera befestigt. Man macht alles zur Aufnahme fertig, stellt mit Hülfe des oberen Objectives scharf auf den Gegenstand ein und löst den Momentverschluss aus.

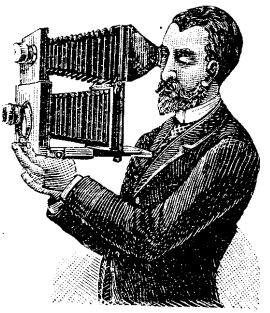


Fig. 431.
Camera mit separater Einstell-Vorrichtung.

Eine solche Camera brachte z. B. Marion in Paris (um 1889) auf den Markt Fig. 431 macht dieselbe anschaulich.[1]) Aehnliche Einrichtungen zeigen zahlreiche andere Momentapparate z. B. Français' „Cosmopolite", der weiter unten beschrieben ist.

Alle diese Einrichtungen, bei welchen mit identischen Objectiven einerseits eingestellt und andererseits photographirt wird, haben den grossen Vortheil, dass der Operateur ein genaues Bild jenes Gegenstandes vor sich hat, welchen er photographiren will, dass er die Grössenverhältnisse und das Bildfeld genau vor sich sieht und den günstigsten Moment der Aufnahme abwarten kann; zugleich vermag erdie Einstellung bis unmittelbar vor der Aufnahme zu corrigiren.

1) Der mit der Mattscheibe der Einstellungs-Camera verbundene Sack dient zur Abhaltung des seitlichen Lichtes (vergl. S. 394).

XIV. Sucher oder Iconometer.

Da die Beschaffung zweier identischer Objective kostspielig ist und das Anbringen zweier Cameras übereinander das Volumen und das Gewicht des Apparates namhaft steigert, so hat man verschiedene Arten von „Suchern" oder „Inconometern" im weiteren Sinne des Wortes construirt, bei welchen das Bildfeld rasch geschätzt werden kann, ohne dass man auf die Visirscheibe der eigentlichen photographischen Camera blickt. Allerdings setzen die im Nachstehenden beschriebenen „Sucher" voraus, dass man früher genau mit dem photographischen Objectiv der Camera eingestellt hat und dass man mittelst des Suchers bloss controllirt, ob der richtige Gegenstand des Bildes sich in der Mitte oder sonstigen richtigen Stellung des Bildfeldes befindet, was namentlich bei Momentaufnahmen wichtig ist.

Die „Sucher" kann man wie folgend eintheilen:

1. Watson's Sucher und Ziegler's Iconometer, welche aus einer Miniatur-Camera mit Sammellinse bestehen.

2. Newton's Sucher, welcher nichts anderes als eine biconcave Verkleinerungslinse ist. — Beide Arten pflegt man an der Moment-Camera[1]) in fixer Stellung anzubringen.

3. Sucher, Aussichtsmesser oder „Iconometer" im engeren Sinne des Wortes, bei welchen lediglich das Bild durch einen Rahmen oder dergl. betrachtet wird, ohne dass eine Linse zu Hülfe genommen wird.

A. Watson's Sucher und ähmliche ältere Formen des Iconometers.

Sehr beliebt ist Watson's Sucher, welcher seit einigen Jahren namentlich bei Moment-Apparaten vielfache Anwendung fand. Derselbe besteht aus einer kleinen Camera mit einem kleinen Objectiv von wenigen Centimetern Brennweite. Das Bild wird auf einen im Kästchen diagonal liegenden Spiegel und von diesem auf eine oben befindliche matte Scheibe geworfen, wo es in richtiger Stellung erscheint. Eine schirmartige Klappe hält das seitliche Licht ab. (Fig. 432.)

Aehnlich gebaut wie Watsons Sucher ist Talbots Doppelsucher; derselbe hat einen abstellbaren Spiegel und zwei Mattscheiben, so dass man das Bild sowohl senkrecht als wagerecht sehen kann (Fig. 432 a).

Das Iconometer in seiner ursprünglichen Gestalt ist eine kleine Camera obscura, ähnlich dem Theaterperspectiv, erfunden von dem Maler und Photographen Ziegler in Paris im Jahre 1851[2]).

1) Die ersten Sucher wurden von England aus in den Handel gebracht und waren Holzkästchen; Dr. Krügener in Bockenheim fertigte sie aus Metall an.

2) Kreutzer's Jahrber. d. Phot. 1855. S. 36; aus Lumière 1854.

An dem einen Ende des Instrumentes befindet sich ein Objectiv, am anderen Ende das matte Glas, welches auf einer Scala im verjüngten Massstabe die Verhältnisse der Höhe und Breite der eigentlichen Camera enthält.

Auch Busch in Rathenow construirte einen Iconometer, welcher principiell mit dem Ziegler'schen identisch war.

Eine andere Form des Suchers, welcher zugleich als Lupe verwendet werden kann, ist aus der Fig. 433[1]) zu ersehen. Das Instrument VL hat die Grösse einer Lupe;

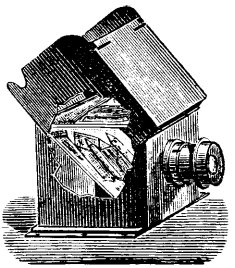


Fig. 432.

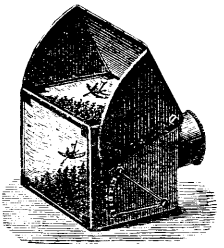
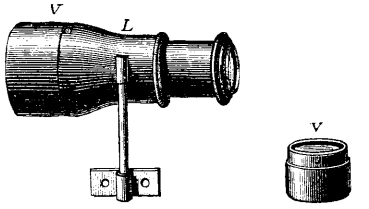
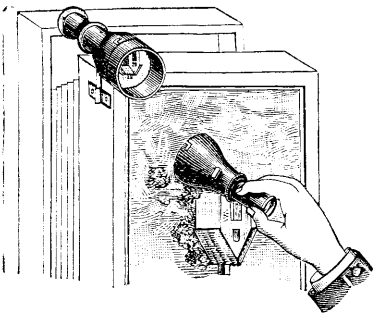


Fig. 432a.





Sucher. Fig. 433.

das breitere Ende V enthält eine Visirscheibe, das verjüngte Ende L eine Sammellinse. In dieser Zusammenstellung wird das Instrument als Sucher in der aus der Fig. 433 ersichtlichen Weise an die Camera befestigt; die Linse entwirft nach der kleinen Visirscheibe ein Bild der aufzunehmenden Aussengegenstände. Entfernt man den Theil Vmit der Visirscheibe, so dient der andere Theil L mit der Sammellinse als Lupe zum Einstellen.[2])

Die Stelle der Sucher versehen bei vielen Handcameras Visirvorrichtungen, mittels welchen auf den Gegenstand gezielt wird. Ihre Construction wird bei Besprechung der damit versehenen Apparate beschrieben werden.

B. Newton's Sucher.

Newton's Sucher (Fig 434) besteht aus einer doppelconcaven Linse, in Messing gefasst. In der Linse zeigt sich das vor der Camera befindliche Bild verkleinert und aufrecht. Speciell bei Momentaufnahmen z. B. kann man sich die Camera zur Exposition bereithalten; wenn man im Sucher das gewünschte Bild sieht, löst man den Momentverschluss.

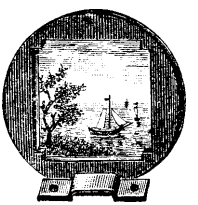


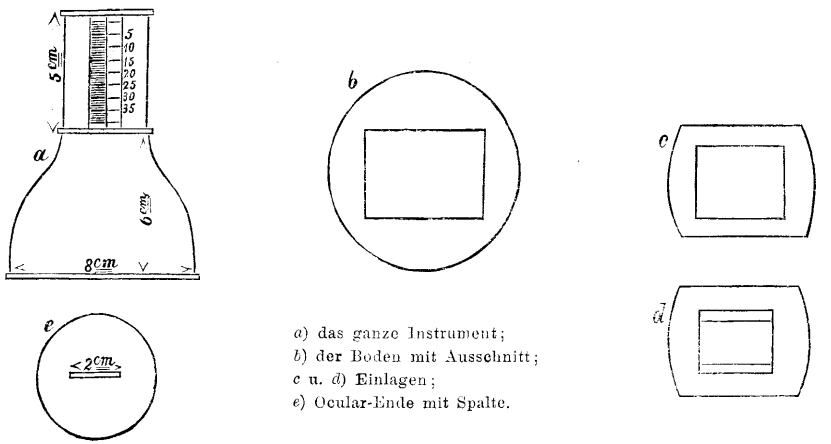
Fig. 434. Newton's Sucher.

1) Phot. Notizen 1890, pag. 720.

2) Dieses Instrument liefert A. Moll in Wien für den Preis von von 5 fl. = 8 Mk.

C. Iconometer oder Visirvorrichtungen ohne Linsen.

Taupenot gab einen Weg an, einen „photographischen Sucher“ („Chercheur photographique“) leicht zu construiren. Man nimmt einen grossen Kork von 3—4 cm Durchmesser, den man auf der einen Seite mit einem kreisförmigen Loche versieht; auf der anderen Seite besitzt er eine rechtwinklige Oeffnung, deren Seiten dasselbe Verhältniss zu einander haben, wie die Seiten der matten Scheibe der Camera. Stellt man nun die Camera vor eine Façade, so beobachtet man die Grenzen des Theiles, welcher auf dem matten Glase sich darstellt. Man betrachtet dann den nämlichen Theil, indem man die Oeffnung des Suchers an das Auge bringt. Es wird nun etwa zeigen, dass das so begrenzte Gesichtsfeld nicht alles das umfasst, was auf dem matten Glase enthalten ist. Man verkürzt daher den Kork ein wenig auf der kreisförmigen Seite und betrachtet von Neuem, indem man immer das Rohr genau an das Auge bringt. Das Gesichtsfeld wird sich nun erweitern. Diese Operation wird, wenn nöthig, wiederholt. Hat man mehrere Objective, so muss man eben so viele solcher Röhren haben. In diesem Falle ist es dann einfacher zwei Röhren von Blech oder Carton fertigen zu lassen, derart, dass man sie wie ein Fernrohr in- und auseinanderschieben kann[1]).



a) das ganze Instrument;
b) der Boden mit Ausschnitt;
c u. *d*) Einlagen;
e) Ocular-Ende mit Spalte.

Fig. 435. Iconometer.

Schnauss benutzt eine Röhre von Messing oder Carton: Das eine Ende ist mit einer durchlöcherten Scheibe geschlossen, welche man an das Auge hält. Das andere Ende hat eine viereckige Oeffnung. Die Länge des Instrumentes wird wie im vorigen Falle eingerichtet[2]).

Practisch ist folgende Form des Iconometars[3]):

Dasselbe besteht aus zwei ineinander verschiebbaren Cylindern, von denen der innere 5 cm, der äussere 6 cm lang ist. Der Boden des innern (das Ocular-Ende) ist mit einer Spalte von 2 cm Länge und ca. 3 cm Breite versehen, der Cylinder ist seiner ganzen Länge nach in Millimetergrade eingetheilt, welche von 5 zu 5 mit Zahlen versehen sind. Der äussere Boden hat am Fuss-Ende im Durchschnitt 3 cm

1) Cosmos. Bd. 8, S. 148. Kreutzer's Jahrber. f. Phot. 1856. S. 147.
2) Schnauss, Katechismus der Photographie.
3) Phot. Corresp. 1873. S. 29.

Durchmesser und einen Ausschnitt so gross als der Boden gestattet in den Längen- und Breitendimensionen der gabräuchlichen Platten. Da man nun auch kleinere Ausschnitte gebraucht, so bedient man sich dazu zweier oder dreier kleiner Platten, welche entweder innen oder aussen vor dem Boden befestigt werden und solche kleinere Ausschnitte haben.

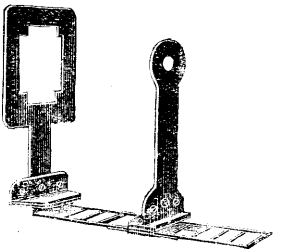


Fig. 436. Barton's Iconometer.

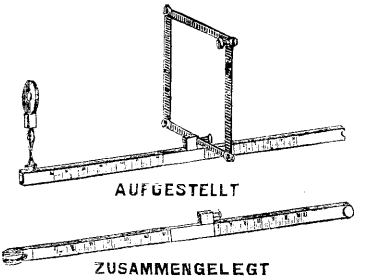


Fig. 437. Baltin's Iconometer.

Um das Instrument zu benutzen, bedarf man einer einmaligen Bestimmung für die anzuwendenden Objective und Plattengrössen. Dieselbe kann entweder vom Fabrikanten ausgeführt werden, und wird alsdann auf den innern Cylinder eingravirt oder als Tabelle gedruckt beigegeben, oder kann von dem operirendem Photo-

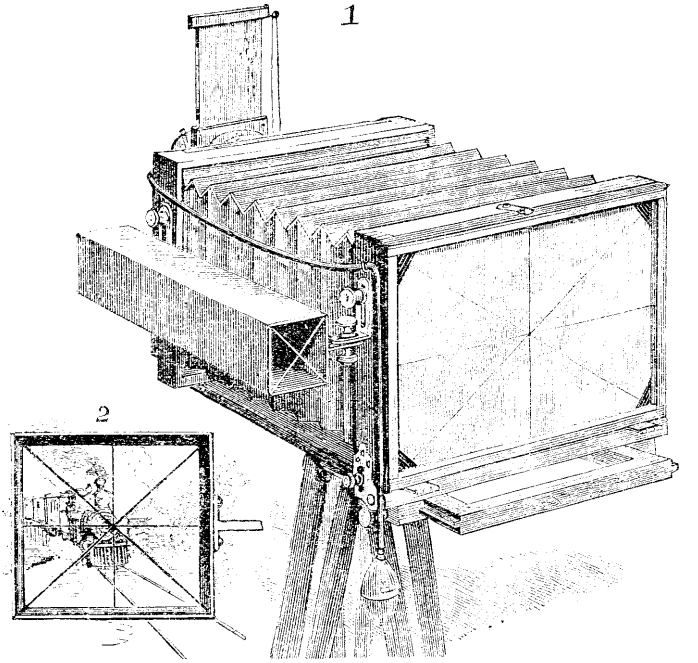


Fig. 438. Camera mit Visir-Rohr.

graphen gemacht werden, der sich dann natürlich auf die gerade von ihm verwendbaren Objective und Plattengrössen beschränken wird. Sie ist im übrigen so leicht auszuführen, dass man in einer halben Stunde eine ganze Reihe solcher Bestimmungen machen kann, und zwar geschieht dies folgendermassen:

Man richtet die Camera mit dem betreffenden Objectiv ins Freie und merkt sich Gegenstände, welche auf der matten Scheibe das Bild begrenzen, stellt sich dann unmittelbar neben das Objectiv und sieht durch die dicht vor das Auge gelegte Spalte des Aussichtsmessers, wobei man den innern Cylinder soweit aus- oder einzieht, bis man durch den Ausschnitt dasselbe Bild sieht, wie auf der matten Scheibe; ist der Ausschnitt zu gross, so legt man eine Einlage mit kleinerem Ausschnitte hinein, dann notirt man auf einer kleinen Tabelle das Objectiv, die Plattengrösse und die Zahl der Millimeter, bis zu welcher man ausziehen musste, so fährt man fort für alle verfügbaren Objective und Plattengrössen. Diese Bestimmungen dienen für alle Zeit und sind ganz untrüglich.

Will man nun für eine gegebene Entfernung wissen, welches Objectiv man angewendet hat, so kann man von dem bestimmten Standpunkte aus nach dieser Liste vermittelst Einlage und Ausziehens des Instrumentes mit Leichtigkeit das betreffende Instrument herausfinden, und umgekehrt bei freier Wahl der Aufstellung und des Objectives findet man eben so leicht die Entfernung.

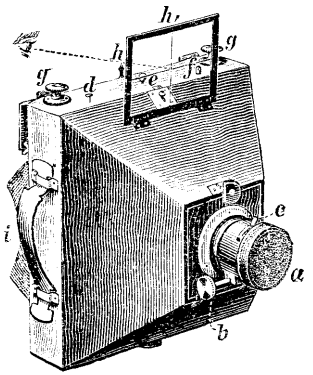


Fig. 439.
Anschütz's Camera mit Visirrahmen.

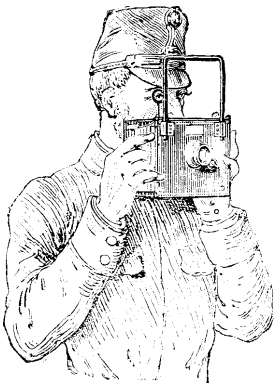


Fig. 440.
Visirrahmen.

H. Barton's „Lens-Finder" ist ein Messingrahmen (Fig. 436.). Die schmale Oeffnung wird vor das Auge gehalten. Der viereckige Rahmen hat dieselben Proportionen, wie die gewünschte Bildgrösse. Je nach dem Gesichtsfeldwinkel des Objectivs nähert oder entfernt man die beiden auf der Basis. Das ganze Instrument lässt sich zusammenklappen. (Yearbook of Pot. 1882. S. 165).

Paul Baltin construirte ein verbessertes Iconometer, welches eine Modification des Barton'schen „Lens finder" ist. Es besteht aus einer 20 cm langen quadratischen Messinghülse (s. Fig. 437) mit Millimetertheilung. Man visirt durch eine durchlöcherte Scheibe und einen viereckigen zusammenlegbaren Visirrahmen, welcher je nach dem Bildwinkel des jeweilig in Verwendung stehenden Objectives näher oder weiter von der Sehscheibe fixirt wird. Das Instrument ist practisch. Es wird durch O. Töpfer in Potsdam in den Handel gebracht und repräsentirt den bequemsten Sucher dieser Art.

Handelt es sich bei Momentbildern bloss darum, um zu erkennen, ob der zu photographirende Gegenstand in der Mitte des Bildfeldes sich befindet, so kann man die Camera in sehr einfacher Form mit einem Visir-Rohre versehen, wie Fig. 438 zeigt.

An der Seite der Camera befindet sich eine viereckige Röhre als Sucher; an der vorderen Oeffnung befinden sich horizontal und vertical zwei sich kreuzende Haare oder Metalldrähte, desgleichen am hinteren Ende zwei diagonale Drähte, welche das Bildfeld theilen und den Mittelpunkt markiren. Vor der Aufnahme wird das Bild auf der Visirscheibe scharf eingestellt, die Platte eingelegt und nun wartet man bis der Gegenstand sich in der Mitte befindet (in unserer Figur ein fahrender Eisenbahnzug), dann wird rasch der Momentverschluss geöffnet.

Weniger voluminös sind die Sucher, welche z. B. Anschütz an seiner Camera anbringt (s. Fig 439) und welche weiter unten genauer beschrieben werden.

Auch Goldmann in Wien bringt an seiner Detectiv-Camera eine ähnliche Visir-Vorrichtung an, welche Fig. 440 zeigt [1]).

Derartige Visir-Rahmen sind häufig fix an den Moment-Cameras angebracht und sind nachfolgend noch weiter beschrieben.

D. Wehl's Orientirer.

Ein älteres Instrument ist der nunmehr gänzlich ausser Gebrauch gekommene „Orientirer" von Wehl.

Wehl's „Orientirer" [2]) gibt an: 1. den Standpunkt, 2. die Wahl des Objectivs, 3. die Plattengrösse, 4. die Zeit, in welcher die Aufnahme geschehen muss.

Um dies alles bewerkstelligen zu können, ist es nothwendig, auch mit den zur Disposition stehenden Objectiven bezüglich ihres Gesichtswinkels vertraut zu sein. Nehmen wir z. B. an, dass drei Objective: Aplanat 27‴, 23‴, 19‴ zur Verfügung stünden, welche bezüglich ihres Gesichtswinkels für Quart-, Cabinet- und Visit-Aufnahmen geprüft werden sollen, so wäre dabei wie folgt zu verfahren: Man stelle zuerst mit Aplanat 27‴ für Quartplatten auf den Horizont ein, merke genau die Punkte, mit welchen das Bild auf der Visirscheibe rechts und links abschliesst, und versuche nun vom gleichen Standpunkt aus, diese beiden Punkte mit dem Orientirer visirend, zwischen Zirkel-Oeffnung *a* und *b* zu gewinnen. Dies geschieht ganz leicht, indem man auf Schenkel *ca* und *cb* entlang visirt und den Zirkel so weit öffnet oder schliesst, bis das Objectiv mit den beiden gemerkten Punkten genau zwischen *a* und *b* zu liegen kommt oder vielmehr damit abschliesst. Hiermit wäre nun der Gesichtswinkel für Aplanat 27‴ bei Quart-Aufnahmen gewonnen. Man hat nur noch nöthig, denselben bei *b* abzulesen. — In gleicher Weise wird vom gleichen Standpunkt für alle anderen Objective und Plattengrössen verfahren. Man käme dabei zu folgenden Resultaten:

1) Aus Pizzighelli's Handbuch d. Photogr. für Amateurs. 1891. S. 266.
2) Phot. Corresp. 1873. S. 209.

	Gesichtswinkel für		
	Quart	Cabinet	Visit
Aplanat 27‴ . . .	42 × 32	22 × 17	13 × 9.
Aplanat 23‴ . . .	50 × 44	26 × 18	16 × 12.
Aplanat 19‴ . . .	57 × 47	32 × 25	19 × 14.

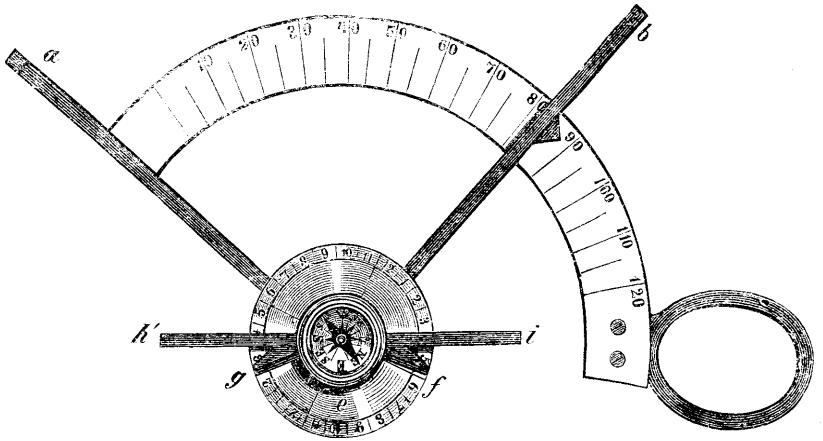


Fig. 441. Wehl's Orientirer.

Aplanat 27‴ repräsentirt also darnach für Quart-Aufnahme einen Gesichtswinkel von 42 × 32 (42 für Breite und 32 für Höhe der Platte). Aplanat 23‴ von 50 × 44 u. s. w. — Man ist also jetzt darüber im Klaren, welche Gesichtswinkel für diese drei Objective bei Quart, Cabinet und Visit in Anwendung kommen und behalten diese ein für allemal als Scala ihre Giltigkeit. Diese Prüfung musste vorausgehen; nunmehr ist man in der Lage, auch ohne Objectiv und Camera, nur allein mit dem Orientirer sich für jede Aufnahme schon im Voraus zu unterrichten.

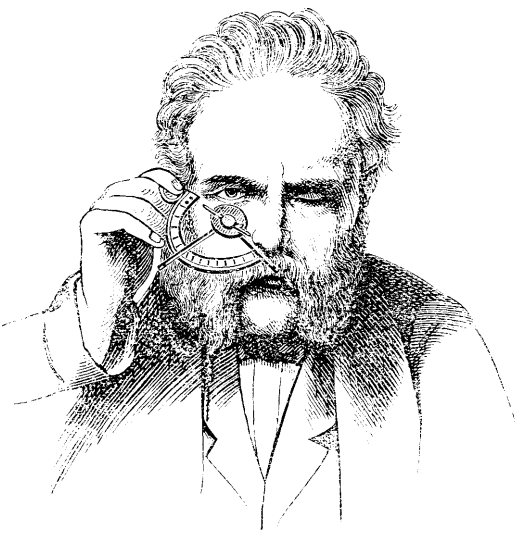


Fig. 442. Wehl's Orientirer.

Denkt man sich, dass für eine beliebige Aufnahme der Standpunkt zu finden wäre, so wählt man einen von den Gesichtswinkeln der Scala für Quart — also vielleicht 50 (welcher Aplanat 23‴ vertritt), — stellt den Zeiger *b* auf diese Zahl und nähert oder entfernt sich von dem aufzunehmenden Objecte so lange, bis die beiden Punkte, mit welchen man das Bild abzuschliessen gedenkt, genau zwischen *a* und *b*

fallen. Der Ort, wo dies geschieht, ist der Standpunkt, den man nur noch markirt, um ihn für die spätere Aufnahme wieder zu finden. Sagt aber dieser Standpunkt nicht zu, so ist man durchaus nicht daran gebunden, da ja auch Aplanat 27‴ und 19‴ mit einem Gesichtswinkel von 42 und 57 zur Verfügung steht. — Will man es also mit diesen versuchen, so stellt man den Zeiger *b* auf 42 Grad und verfährt wie oben. Genügen aber auch diese Standpunkte nicht, so bleibt nur noch übrig, das hohe Format in Anwendung zu bringen, also: 32—44—47.— Mithin wären bei diesen drei Objectiven für eine Quart-Aufnahme sechs verschiedene Standpunkte möglich, ohne der vielen Variationen nach Rechts oder Links zu gedenken.

Um nun andererseits die Wahl des Objectivs sicher für einen bestimmt angegebenen Standpunkt zu finden, hat man nur nöthig, wie schon oben angegeben, von diesem Standpunkt das aufzunehmende Object zu visiren und die Zahl bei *d* abzulesen. Angenommen, diese Zahl wäre 47, so würde die Aufnahme mit Aplanat 19‴ für hohes Format zu machen sein; würde diese Zahl aber beispielsweise nicht in der Scala vorkommen, so würde man freilich genöthigt sein, einen solchen Apparat anzuschaffen, damit wäre ja aber denn doch das für diesen Fall nothwendige Objectiv bestimmt.

Die Bestimmung der Plattengrössen fällt immer mit der Wahl des Objectivs zusammen, oder ergibt sich von selbst aus dieser. Nachdem man nun den Standpunkt, die Wahl des Objectivs und die Plattengrösse nach der Scala notirt hat, bliebe nun noch übrig zu erklären, wie es möglich wird, auch die Aufnahmszeit für jedes beliebige Object zu erfahren. Dies geschieht eben so leicht und mechanisch, wie alle früheren Manipulationen. Man richtet den Orientirer so, dass die Punkte *a* und *b* durchaus parallel zum Aufnahme-Object zu stehen kommen — dann dreht man die Compass-Scheibe *e* so weit herum, bis die Magnetnadel (mit dem geschwärzten Theil) genau in Norden einfällt, schliesslich richtet man die Zeigerstange *h i* gleichfalls parallel zu *a b* (die Zeigerspitzen *g* und *f* dem Beschauer zugewandt). — Es befinden sich also jetzt *a b* und *h i* parallel zum Aufnahme-Object und die Magnet-Nadel zeigt genau Norden. — Erst dann wenn dies alles in Uebereinstimmung gebracht ist, liest man die Aufnahmezeit bei *g* und *f* ab (*f* gibt selbe an, wenn die Sonne zur Rechten gedacht wird, *g* wenn zur Linken). Der Beleuchtungswinkel beträgt für dies Instrument beiläufig $22^1/_2$ Grad und kann je nach Erforderniss vergrössert werden, einfach dadurch, dass man die Grade zur Aufnahmezeit addirt. Z. B. die Zeit wäre bei *f* für die Vormittagsaufnahme mit 9 Uhr angezeigt worden, man hält aber für nothwendig weniger starke Schlagschatten im Bilde zu erzielen, so rechne man etwa $7^1/_2$ bis 15 Grad zur Aufnahmezeit hinzu ($7^1/_2$ Grad entsprechen einer halben Stunde, 15 Grad einer ganzen Stunde). Statt 9 Uhr würde man also die Aufnahme um $9^1/_2$, respective 10 Uhr machen, für den umgekehrten Fall würde die Zeit entsprechend subtrahirt.

Adolph Buehler construirte den vollständigsten Orientirungs-Apparat für Landschafts-Photographen[1]). Er nannte ihn Helioscop oder Universal-Orientirungs-Apparat. Das Helioscop besteht aus drei Hauptbestandtheilen:

1. Das Iconoscop, 2. der Iconograph und 3. das Helioscop im engeren Sinne.

Das Iconoscop, für sich allein angewendet, hat den Zweck, bei der vorgängigen Recognoscirung unserem Auge das wirkliche Objectiv zu ersetzen, ihm die Schranken zu zeigen, in welche die Gesichtsfelder eines jeden unserer Objective für jedes beabsichtigte Format eingeengt sind und dadurch die Anhaltspunkte für die Wahl des Standpunktes zu liefern.

1) Phot. Corresp. 1870. S. 160.

Durch geeignete Verbindung des Iconoscopes mit einem in 360 Grade eingetheilten Horizontkreise wird dasselbe zum Iconographen und dient dann zur genauen Bezeichnung desjenigen Theiles einer grösseren, von einem gegebenen Standpunkte aus sichtbaren Landschaft, welcher zur photographischen Darstellung bestimmt ist.

Das Helioscop im engeren Sinne endlich gibt uns die erforderlichen Aufschlüsse über den Eintritt und die Dauer der günstigsten Beleuchtung, beziehungsweise über die richtige Aufnahmezeit.

Dem Ganzen sind noch zur grösseren Bequemlichkeit beigefügt zwei Sonnenzeiger, welche den Ort und die Stunde des Sonnen-Auf- und Unterganges angeben, ein Compass mit Windrose, ferner ein Wochen- und Monatskalender, eine für den Parallelkreis construirte Sonnenuhr und ein Schema zur Bestimmung der Leuchtdauer des Mondes.

Aus der Broschüre „Das Helioscop" entnehmen wir folgende Daten über diesen Apparat:

„Zur Bestimmung des Sonnenstandes am Himmel sind uns zwei Daten zu wissen nöthig, nämlich:

a) die Himmelsrichtung, in welcher das Gestirn zu einer gewissen Tagesstunde steht;

b) die Höhe über dem Horizont, in welcher dasselbe sich gleichzeitig befindet.

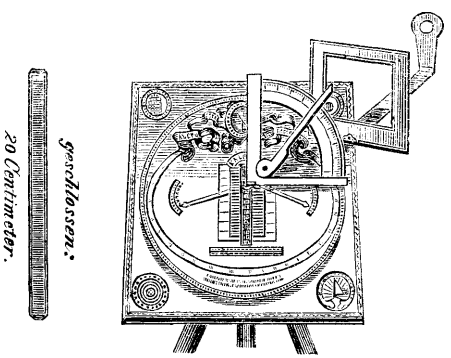


Fig. 443. Helioscop.

Letztere lässt sich durch den Winkel ausdrücken, welchen eine von unserem Standpunkte nach der Sonne gezogene gerade Linie mit der Horizontalen bildet.

Stellen wir also den auf der Stundenscheibe unseres Apparats befindlichen Quadranten so auf, dass er nach der Himmelsgegend gerichtet ist, in welcher die Sonne zu einer bestimmten Tagesstunde steht, und führen wir den Zeiger desselben auf denjenigen Grad, welcher der Höhe der Sonne für die bezeichnete Stunde entspricht, so wird dieselbe mit aller für unseren Zweck practisch erforderlichen Genauigkeit nach dem Orte hinweisen, wo die Sonne sich zu dieser Stunde befinden muss.

Die Anhaltspunkte für die Stellungen des Quadranten und Zeigers erhalten wir durch das Instrument selbst. Die Himmelsrichtung, in welche wir den Quadranten zu den einzelnen Stunden zu stellen haben, gibt uns nämlich das in Form einer Ellipse (Horizontalprojection des Aequators) auf der Kreisscheibe construirte Zifferblatt an, welches die Tagesstunden von 4 Uhr früh bis 8 Uhr Abends enthält und in halbe und Viertelstunden getheilt ist, während die kleinen Theilstriche zwischen den Viertelstunden Zeiträume von je 5 Minuten umfassen. Die Gradzahl dagegen, auf welche der Zeiger des Quadranten für jede einzelne Tagesstunde gestellt werden soll, finden wir unter einem im Zifferblatte angebrachten Einschnitte angegeben, welcher die „Sonnenhöhen" trägt, und gleichfalls mit den Ziffern der einzelnen Stunden bezeichnet ist[1]).

1) Die Tabelle gibt nur die Sonnenhöhe für 10tägige Perioden, u. z. von Stunde zu Stunde an.

Um nun auch den sehr beträchtlichen Veränderungen Rechnung zu tragen, welchen der tägliche Sonnenlauf im Wechsel der Jahreszeit unterliegt, ist es nöthig, den Drehpunkt des Quadranten in dem Masse zu verschieben, in welchem die Erde ihre Stellung zur Sonne verändert.

Dies klingt schwierig, ist aber sehr einfach. In Mitte der Stundenscheibe ist nämlich ein kleines Kalendarium angebracht, nach dessen Angabe der Quadrant seine richtige Stellung erhält. Auf der linken Hälfte ist der Zeitraum von Beginn des Winters bis zum Ende des Frühlings (20. December bis 20. Juni), auf der rechten Hälfte dagegen der Zeitraum von Anfang des Sommers bis zum Ende des Herbstes (10. Juni bis 29. December) in der Weise verzeichnet und in Perioden von 10 zu 10 Tagen getheilt, dass die Zeiten, welche gleichen Sonnenlauf haben, sich gerade gegenüberstehen. Mittels eines kleinen Doppelzeigers [1]), welcher an der Achse des Quadranten sitzt, lässt sich hiernach die Stellung des letzteren reguliren und durch Anziehen der Schrauben befestigen.

Man wird bemerken, dass sich mit der Verschiebung des Quadranten auch die in dem Ausschnitt sichtbaren Zahlen der Sonnenhöhen verändern und zwar dergestalt, dass in demselben stets diejenigen Höhenzahlen erscheinen, welche dem Datum, auf welchem der Quadrant steht, entsprechen. Hierdurch ist das Instrument für den praktischen Gebrauch sehr bequem gemacht, indem mit der Stellung des Quadranten zugleich alle Verhältnisse gegeben sind, welche man zu wissen nöthig hat [2]).

Anwendung des Helioscops zur Bestimmung des Sonnenstandes. Gesetzt, es sei für einen besimmten Tag, z. B. für den 1. November, der Stand der

1) Dieser Zeiger ist nicht mit den beiden grösseren Sonnenzeigern zu verwechseln, welche sich seitwärts in entgegengesetzter Richtung mit den Quadranten bewegen.

2) Mit der Stellung des Quadranten verändert sich zugleich die Stellung zweier seitlich angebrachter Zeiger, welche mit kleinen Kreisbögen in Verbindung stehen, auf denen (rechts) die Morgenstunden und (links) die Abendstunden von 4—8 Uhr verzeichnet sind. Der Zweck dieser Zeiger ist ein doppelter: sie zeigen nämlich, wenn das Instrument nach pag. 415 orientirt worden ist, sowohl die Zeit des Sonnenauf- und Untergangs für das betreffende Datum, als auch den Ort an, wo der Auf- und Untergang der Sonne an diesem Tage im 49. Grad nördl. Breite stattfindet. Bekanntlich geht die Sonne nur zur Zeit der Aequinoctien genau im Osten auf und im Westen unter. Vom 21. September an rückt der Aufgangspunkt mehr und mehr gegen Süden vor und der Sonnenaufgang erfolgt nicht um 6 Uhr, sondern später. Am 21. December hat der Aufgangspunkt seine südlichste Lage erlangt und liegt nun in der Richtung zwischen SO. und SO. z. O., während die Sonne erst um 8 Uhr Morgens über dem Horizont erscheint. Nun verändert sich der Aufgangspunkt wieder, gelangt am 21. März wieder genau nach Osten und schreitet nun von Tag zu Tag weiter nach Norden vor, bis er am 21. Juni seine nördlichste Lage in der Richtung NO. z. O. und NO. gefunden hat. Der Aufgang erfolgt zu dieser Zeit um 4 Uhr früh. Ganz in gleicher Weise ändern sich Zeit und Ort des Niedergangs der Sonne.

Diese Veränderungen werden durch die genannten beiden Zeiger angegeben, welche zu diesem Behufe mit der Achse des Quadranten verbunden sind, und mit jeder Verschiebung des letztern ihre Stellung derart ändern, dass sie durch ihre Richtung den Ort des Sonnenauf- und Untergangs für das vom Quadranten angezeigte Datum angeben, während sie auf dem kleinen Kreisbogen zugleich die Stunde anzeigen, wann das Gestirn den Horizont passirt. Dass zu diesem Behufe das Instrument orientirt sein muss, versteht sich von selbst.

Sonne für die Stunden 9 Uhr früh, 12 Uhr Mittags und 4 Uhr Nachmittags zu bestimmen. Man lüftet die Schraube der Quadrantenachse ein wenig, verschiebt diese, bis der kleine Zeiger auf dem Theilstrich des 1. November (oder 10. Februar) steht, und zieht dann die Schraube wieder an. Dadurch sind für die Stunden 9, 12 und 4 Uhr nachstehende Höhengrade im Ausschnitt sichtbar geworden:

Für 9 Uhr Morgens . . . . 15°,
„ 12 „ Mittags . . . . 26°,
„ 4 „ Nachmittags . . . 9°.

Man orientirt nun das Instrument mittelst des Compasses, stellt den Zeiger des Quadranten auf 15°, richtet den Quadranten auf und führt ihn über die Ziffer der 9. Stunde, so wird der Zeiger nach dem Orte hinweisen, wo die Sonne am 1. November Morgens 9 Uhr steht.

Die Bestimmungen für die übrigen Stunden werden in analoger Weise getroffen, indem man den Zeiger auf 26, beziehungsweise 9° stellt und den Quadranten auf die zwölfte, beziehungsweise vierte Abendstunde des Zifferblatts führt[1]).

Selbstverständlich erkennen wir gleichzeitig auch aus der Stellung der beiden grossen Zeiger den Ort und die Zeit des Auf- und Unterganges der Sonne am 1. November.

Wären diese Bestimmungen für einen andern Tag, z. B. für den 12. Juni, zu treffen, so verschiebt man den Quadranten auf das Datum des 10. Juni[2]) und verfährt genau wie vorhin.

Aufsuchung der Zeit für einen gegebenen Sonnenort. In der Praxis wird es am häufigsten vorkommen, dass wir zuerst denjenigen Standpunkt der Sonne bestimmen, welcher uns effectvolle Beleuchtung verspricht und darnach die Zeit aufsuchen, wann dieser Sonnenstand eintritt.

Wir werden also, nachdem wir den Quadranten auf das Datum unseres Operationstages gestellt und das Instrument orientirt haben, den Quadranten unter entsprechender Verschiebeng eines Höhenzeigers nach der Richtung hinführen, in welcher wir die Sonne brauchen, und dadurch sofort die Stunde erfahren, zu welcher unsere Aufnahme stattfinden muss. — Da wir durch Drehung des Quadranten und Verschiebung des Zeigers uns den Lauf der Sonne vergegenwärtigen und somit uns auch den Ein-

---

1) Mittelst der durch das Helioscop bewirkten Versinnlichung des täglichen Sonnenlaufes lassen sich auch für das Atelier höchst werthvolle Bestimmungen treffen. So sagt z. B. das Instrument, zu welcher Jahreszeit und in welchen Tagesstunden ein bereits fertiges Atelier von dem Einfluss directer Sonnenstrahlen oder durch starke Reflexwirkung nahestehender Gebäude zu leiden hat, während es uns bei Projectirung eines neu zu erbauenden Glassalons alle erforderlichen Anhaltspunkte liefert, nach welchen wir die Stellung desselben, die Construction, Neigung und Ausdehnung der Glasfläche und die Einrichtung der Blendung mit Rücksicht auf vortheilhafteste Beleuchtung und Sparsamkeit zu bestimmen haben. Die Bedeutung, welche dadurch das Instrument für alle diejenigen zu gewinnen vermag, welche ein Glashaus zu bauen oder ein schon in Gebrauch befindliches zu erwerben beabsichtigen, Veränderungen vorzunehmen oder neue Einrichtungen zu treffen gedenken, liegt auf der Hand.

2) Das Kalendarium gibt nur zehntägige Perioden, da die Differenzen in Höhe und Himmelsrichtung der Sonne an den Zwischentagen nicht merklich genug sind, um ihnen für jeden einzelnen Tag Rechnung zu tragen. Für die Praxis genügt es vollkommen, wenn wir als Standort für den Quadranten dasjenige Datum wählen, welchem der Tag, für den die Bestimmung gemacht werden soll, am nächsten kommt, z. B. den 10. Juni statt des 12. oder den 20. August statt des 16.

fluss versinnlichen können, welchen die im Laufe einer oder mehrerer Stunden stattfindende Veränderung des Sonnenstandes auf die Beleuchtung unseres Objects ausüben wird, so unterliegt es auch keiner Schwierigkeit, hiernach die Dauer der günstigen Beleuchtung zu bestimmen.

Wir haben hierbei angenommen, dass die Höhe, welche die Sonne zur Zeit unserer Recognoscirung erreicht, unseren Absichten entspreche. Nun wollen wir aber den Fall denken, dass wir zur effectvollsten Beleuchtung unseres Objects einen Sonnenstand brauchten, welcher gegenwärtig zu keiner Tagesstunde zu erreichen ist. Die Frage stellt sich dann so: An welchem Tage und zu welcher Stunde wird dieser Sonnenstand — falls er überhaupt möglich ist — eintreten?

Gesetzt, wir wünschten die Sonne in der Richtung gegen Südwest und in einer Höhe von circa 30° über den Horizont zu haben. Unser Zifferblatt zeigt uns, dass die Sonne diese Richtung etwa zwischen $^1/_2$2 und $^1/_2$4 Uhr Nachmittags einnimmt. Wir verschieben also unseren Quadranten und finden aus der Vergleichung der unter den Stundenzahlen II und III hervortretenden Sonnenhöhen, dass die Sonne am 10. März und 1. October um 2 Uhr, am 20. März und 20. September um $^1/_2$3 Uhr[1]), am 1. April und 10. September um 3 Uhr und am 10. April und 1. September um $^1/_2$4 Uhr die Höhe von 30° in dieser Richtung erreicht, dass aber die Sonne am 10. März (beispielsweise) nicht genau in Südwest, sondern südlicher, am 1. April dagegen westlicher steht, als wir sie haben wollen, dass mithin etwa in den Tagen des 20. März (oder 20. September) und zwar Nachmittags $^1/_2$3 Uhr der einzig richtige Zeitpunkt eintritt, welcher uns die Sonne genau an die Stelle bringt, wo wir sie haben wollen."

E. Der Photographische Compass.

Hier soll schliesslich noch der photographische Compass erwähnt werden, welcher von Decoudun construirt wurde, da es von Wichtigkeit ist: bei Aufnahme von Gebäuden, Landschaften etc., die Tageszeit zu kennen, unter welcher die Beleuchtung am günstigsten ist. Um sich in dieser Richtung leicht zu orientiren, hat Decoudun einen photographischen Compass speciell für diesen Zweck construirt (Boussole du Photographe pour excursions).

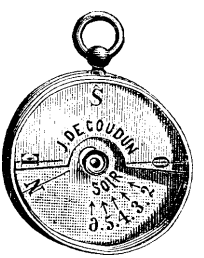


Fig. 444.
Photographischer Compass.

Es ist dies ein kleiner Compass (Boussole), welcher in Form eines „Breloque" an der Uhrkette getragen werden kann. Zum Gebrauche hält man den Compass horizontal, indem man den Pfeil gegen die Front des zu photographirenden Gebäudes etc. richtet. Eine kleine auf einer Magnetnadel angebrachte Scheibe geräth dadurch in Bewegung, welche aber bald zur Ruhe kommt. Man liest nun auf dieser Scheibe in entgegengesetzter Richtung mit der Pfeilspitze die darauf gedruckte Ziffer ab; dieselbe gibt die Tagesstunde an, zu welcher die Sonne das Object

1) Da die Sonnenhöhentabelle für den 20. März um 2 Uhr eine Höhe von 36°, um 3 Uhr von 28° angibt, so wird die Sonne in diesen Tagen etwa um $^1/_2$3 Uhr die Höhe von 30° erreichen.

voll bescheint, die anderen Ziffern (rechts und links) bezeichnen die Stunden der Seitenbeleuchtung. In Fig. 444 ist beispielsweise angezeigt, dass das Object (Gebäude etc.) um 6 Uhr Abends die volle Beleuchtung empfängt. Um Schatteneffecte mit seitlicher Beleuchtung zu erzielen, muss man zwischen 2—5 Uhr Abends die photographische Aufnahme vornehmen. Alle anderen Stunden des Tages sind auf der Scheibe unsichtbar; dieselben wären ungünstig für die Aufnahme, weil die Sonne gegen das Object (auf die Rückseite des Gebäudes) scheinen würde (Eder, Phot. Corresp. 1890. Jahrbuch f. Photogr. f. 1891. S. 415).

ZWANZIGSTES CAPITEL.

BESONDERE BESCHREIBUNG DER PORTRÄT- UND REPRODUCTIONS-CAMERA FÜR DEN ATELIER-GEBRAUCH.

I. Die Camera fürs Porträt-Atelier, nebst dem Vorbau zum Abhalten von falschem Licht.

Die Camera, welche zu Porträtaufnahmen im Atelier dient, soll auf einem kräftigen Stativ stehen, sich leicht heben und senken lassen, und eine Neigung gestatten, da dies bei der Anfertigung von Porträten Sitzender und in ähnlichen Fällen mitunter nothwendig ist (s.S.538).

Verschiedene hierher gehörige Stative wurden bereits auf Seite 357 besprochen.

Beliebt sind tischartig gebaute feste Stative neuerer Form, wie ein solches in Fig. 445 abgebildet ist.

Die Camera *M* besitzt einen Auszug, welcher durch die Schraube *J* verschiebbar ist; der Hintertheil *P* bleibt fix. *O* und *N* sind die Cassette und Visirscheibe. *K* Vorbau,

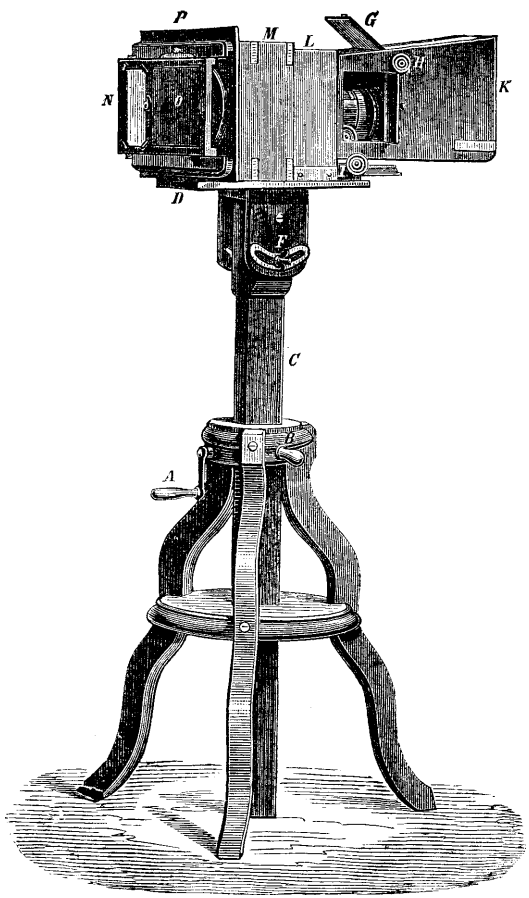


Fig. 445. Stativ für das Atelier.

um seitliches Licht abzuhalten. Durch die Kurbel *A* und eine Zahnstange kann der Fuss *C* gehoben oder gesenkt werden; durch die Schraube *B* wird er fixirt. Bei *F* kann der Apparat geneigt und in beliebiger Lage festgehalten werden.

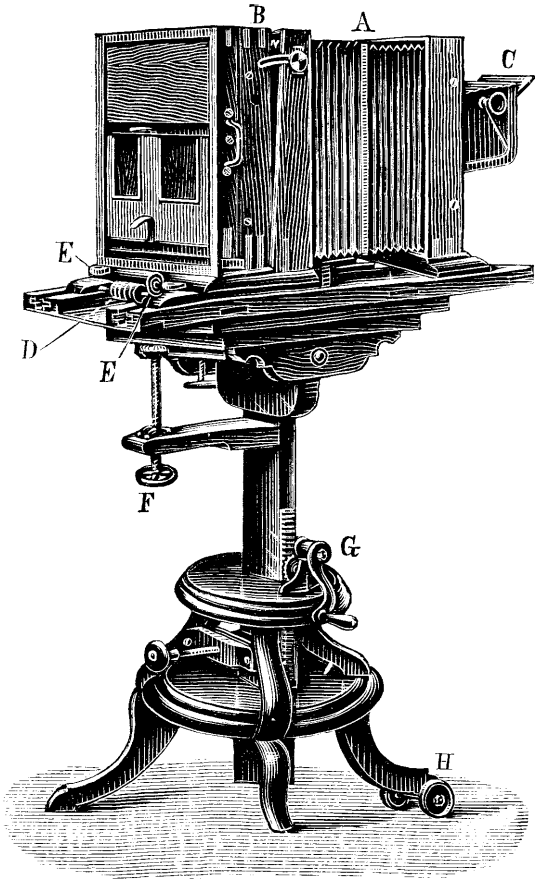


Fig. 446. Wanaus' Porträt-Camera.

Sehr empfehlenswerth ist die von Wanaus in Wien erzeugte Camera für Porträtateliers (Fig. 446).

Die Camera *A*, deren Rückseite verstellbar ist, ist mit einer Rollcassette versehen; vor dem Objectiv befindet sich der Vorbau *C*, dessen Einrichtung bereits oben beschrieben wurde. Bei *D* ist der Griff des Zahn-Triebes. *E*, *E* sind Klemmschrauben, welche zum Feststellen der Einstell-Ebene dienen. Durch die Schraube *F* kann die Camera geneigt und durch die Kurbel *G* gehoben und gesenkt werden. Nur einer der drei Füsse läuft auf Rollen, sodass man die ganze Camera leicht bewegen kann, wenn man sie derartig hebt, dass sie bloss auf den Rädern *H* ruht.

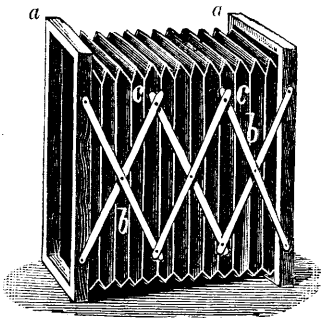


Fig. 447. Vorbau zur Abhaltung des seitlichen Lichtes.

Der vor dem Objective angebrachte Vorbau, welcher sowohl auf Fig. 445 als 446 ersichtlich ist, erscheint für die Brillanz des Bildes sehr nützlich, weil das fremde Licht abgehalten wird (vgl. S. 278). Dies gilt sowohl für Porträtaufnahmen, als auch für Reproductionen im Atelier. Der Vorbau kann um so weiter vorgeschoben werden, je kleiner der Gesichtsfeldwinkel des verwendeten Objectivs ist; bei Weitwinkel-

aufnahmen muss er zurückgeschoben werden. Um dies leicht erreichen zu können, macht man den Vorbau auf Rahmen (*a a*) mittelst eines Balges (Fig. 447) zusammenschiebbar, und versteift ihn mittels Messingstäben (*b b*), welche sich um *c c* bewegen. Dieser Vorbau kommt vor das photographische Objectiv der Porträt-Camera etc.

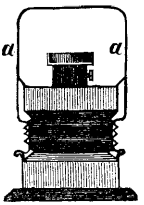


Fig. 448.

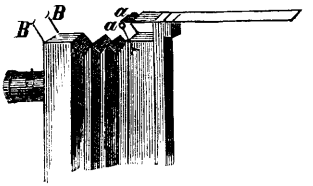


Fig. 449.
Licht-Schirm über der Camera.

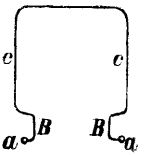


Fig. 450.

L. Sawyer bringt an der Camera einen einfahen Schirm an, welcher sowohl über die Visirscheibe beim Einstellen gelegt werden kann (Fig. 449) oder beim Exponiren das fremde Himmelslicht abhält (Fig. 448). Das Gerippe des Schirmes zeigt Fig. 450; bei *a a* (Fig. 449 und 450) ist es an der Camera befestigt. Vorsprünge *B B* Fig. 449 stützen es beim Neigen über das Objectiv [1]).

Für grössere Atelier-Cameras (zu Porträtaufnahmen) baut man das Stativ dreisäulig und mit dreifachem Trieb, damit eine grössere Stabilität erzielt wird. Dies zeigt z. B. Stegemann's (Berlin) Stativ, Fig. 451. Ein Excenter unter dem Bodenbrette des Stativtisches erlaubt die Neigung der Camera nach abwärts.

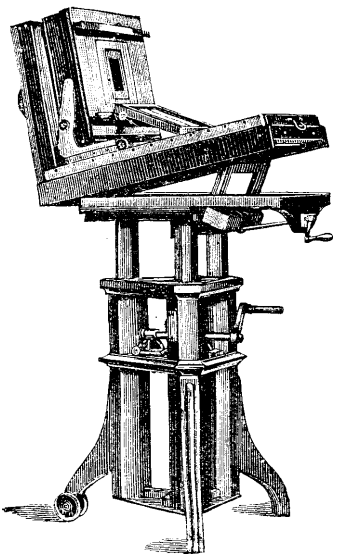


Fig. 451.
Stegemann's Porträt-Camera.

Für sehr grosse Aufnahmen, bei welchen die Camera lang ausgezogen werden muss, genügen die in Fig. 446 und 451 abgebildeten Stative nicht mehr, sondern man muss denselben die Form von Fig. 452 geben. Bei kurzer Auszugsweite genügt der Tisch *A*, bei längerem Auszug wird eine Stütze *B* beigegeben (Goldmann's Camera). Der Stativtisch kann mittels der Kurbel *C* gehoben werden; bei *D* erfolgt die Neigung. Um den auf Rollen beweglichen Tisch vor der Aufnahme gehörig zu fixiren, werden zwei Stahlspitzen (*F F*) mittels der Schraube (*E*) in den Fussboden gesenkt.

1) Yearbook of Phot. for 1881. S. 72.

A. Stegemann in Berlin gibt der Atelier-Camera für grössere Formate die in Fig. 453 abgebildete Einrichtung

Die Camera aus Mahagoniholz besteht aus zwei Kästen. Der Boden derselben ist ausziehbar. Das Hintertheil der Camera hängt in Messingseitentheilen und wird vermittelst doppelten Triebwerkes auf vollständig durchgehenden Zahnstangen gleichmässig regulirt. Der vordere Theil ist ebenfalls durch doppeltes Triebwerk verstellbar und wird durch Excenter festge-

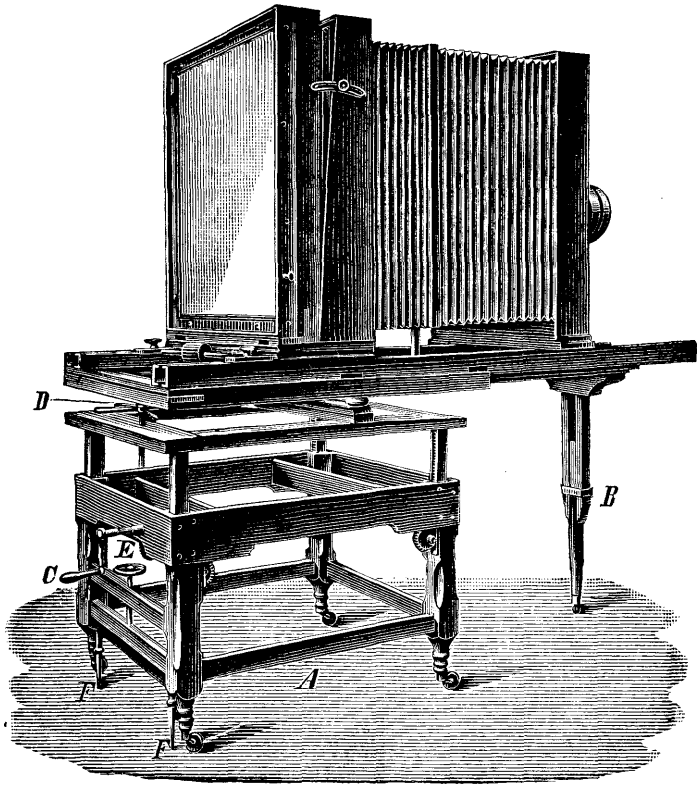


Fig. 452. Goldmann's Camera.

stellt. Durch diese Einrichtung ist die Camera insofern bequemer geschaffen, als man in der Lage ist, die Visirscheibe immer dicht vor sich zu haben und dadurch das lästige Ueberbeugen des Körpers umgangen wird.

Die Jalousie-Cassette resp. Visirscheibe ist durch Mechanik aushebbar, wodurch das Einsetzen resp. Herausnehmen der Cassetten bedeutend erleichtert wird. Ein besonderer Einsatz dient zur Benutzung verschiebbarerer resp. kleinerer Cassetten. Derselbe ist mit extra Visirscheibe und Schnäpperfeder zum Fixiren der Posen und zum Halten der matten Scheibe versehen. Das Bodenbrett der Camera lässt sich über 1 Meter lang ausziehen und kann geneigt werden. Vermittelst einer Kurbel be-

wegt sich der Camera-Tisch auf vier Säulen. Vorn ruht das Stativ auf grossen Doppelrollen, während an den hinteren Füssen drehbare Rollen angebracht sind.

J. Wanaus in Wien liess 1863 für Oesterreich folgendes Stativ (zum Gebrauch im Atelier) privilegiren[1]). Die Füsse Fig. 454 sind an einer Hülse befestigt, in welcher der mittlere Stamm, hohl gearbeitet, mittelst einer Feder auf und abbewegt werden kann. An der Platte dieses Stammes befindet sich ein Knopf, welcher mittels einer eigenen Schraube alle horizontalen und verticalen Bewegungen zulässt. Die drei Füsse, welche mit Eisenspitzen versehen sind, ruhen in den Winkeln eines Dreiecks, an welchem bewegliche Rollen zum Hin- und Herfahren angebracht sind. Nach gefundener Distanz wird durch einen Hebeldruck das Dreieck sammt den Rollen gehoben und das ganze Stativ steht mit der Camera auf den Eisenspitzen im Fussboden fest und unbeweglich.

J. Petzval schlug vor, für eine grosse Camera folgende Form zu wählen[2]):

Ein sehr fest gebautes Stativ (Fig. 455) trägt oben ein hölzernes Prisma von 4 Zoll Seite aus mehreren Stücken zusammengeleimt, um das Werfen zu vermeiden, und mit starken Fourniren überzogen. Auf dieses Prisma werden zwei Cameras, eine grössere und eine kleinere, befestigt; die Einzelheiten der Einrichtung zeigt die Figur zur Genüge. Diese Constructionsart ist jedoch nicht stabil genug und hat sich nicht bewährt.

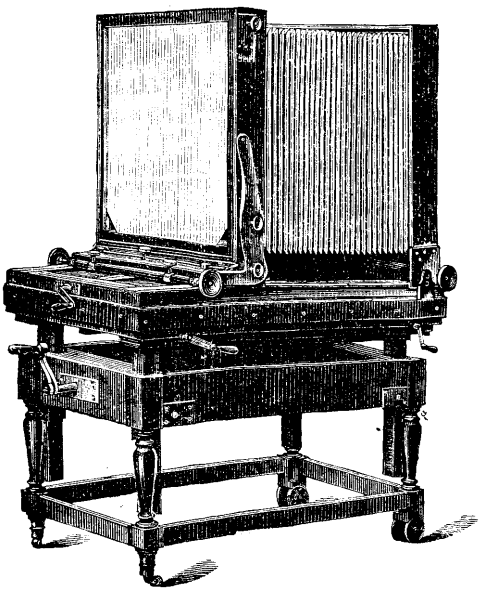


Fig. 453. Grosse Atelier-Camera.

II. Die Reproductions-Camera.

Für eigentliche Reproductions-Camera's, welche schwer und ungefähr 2 m lang sind, müssen starke Tische (*G*, *A*, *I*, *J* Fig. 456) als Unterlage dienen, deren Platte vermittelst der Schrauben *L* und *K* verschiebbar ist; bei *D* und *C* sind Gelenke angebracht, welche die Neigung der Platte gestatten. Der Camera-Tisch läuft in der Regel auf Eisenschienen, einerseits um ihn leichter bewegen zu können, andererseits um die Camera stets parallel zum Aufnahme-Gegenstand zu erhalten.

Für die Reproduction von Plänen etc. erscheint es von Vortheil, wenn man am Bodenbrett der Camera beiderseits je einen Metallmassstab anbringt, an welchem man die Auszugslänge der Camera ablesen kann.

1) Privileg. vom 27. März 1863. Kreutzer's Zeitschrift f. Phot. 1863. Bd. 7, S. 127.
2) Sitzber. d. Wien. Acad. d. Wissensch. (1857). Bd. 26 S. 66.

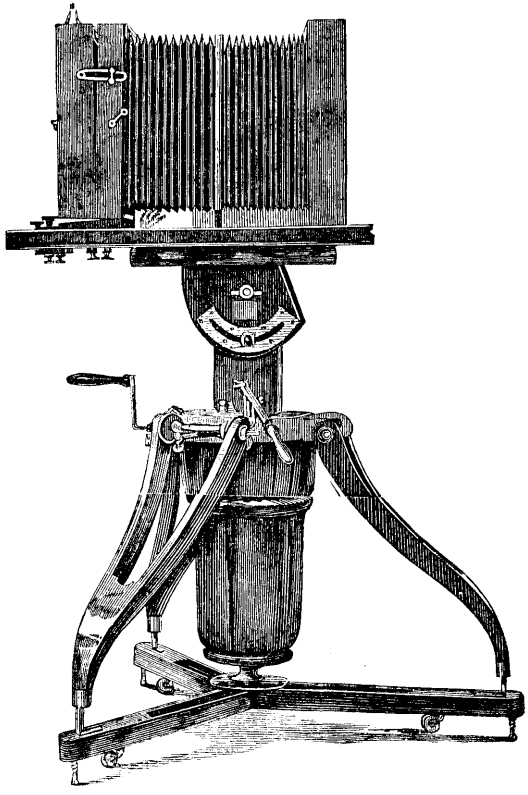


Fig. 454. Wanau's Camera.

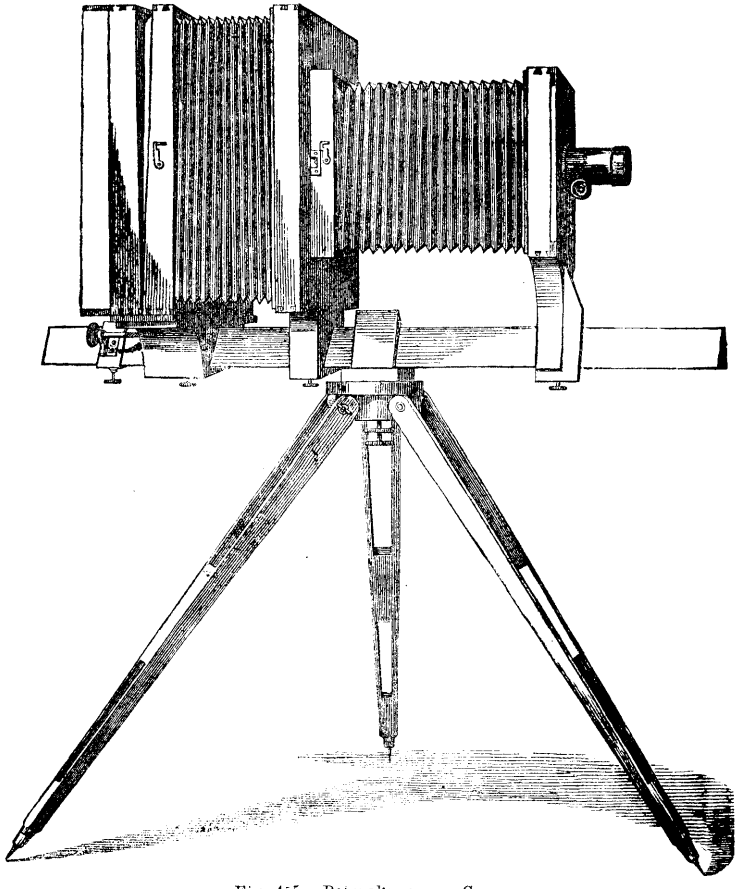


Fig. 455. Petzval's grosse Camera.

Dies dient nicht nur zur Controle, ob sich der Rücktheil der Camera parallel zum Vordertheil vorschiebt, sondern ermöglicht auch das genaue

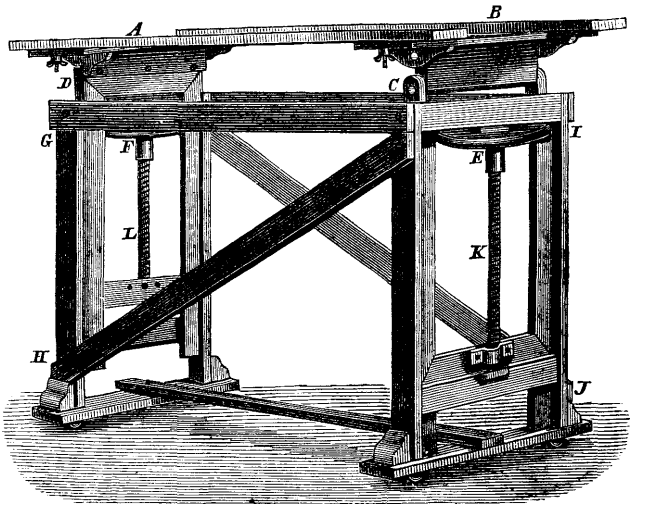


Fig. 456. Stativ für grosse Cameras.

Einstellen auf die mittlere beste Bildschärfe. Man stellt nämlich das Bild wiederholt möglichst scharf ein und notirt jedesmal die Auszugs-

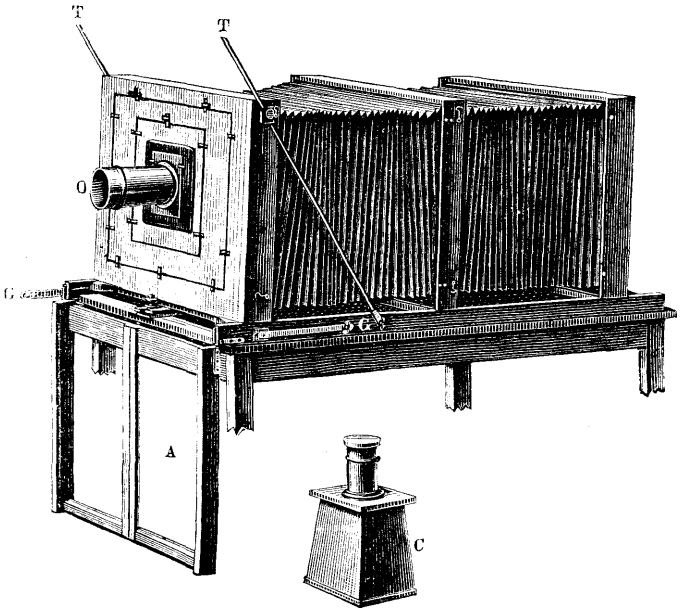


Fig. 457. Reproductions-Camera.

länge; dann zieht man das Mittel und fixirt bei diesem die Camera-Rückwand.

Die Reproductions-Camera soll thunlichst stabil sein und zu diesem Zwecke versteift man mitunter die Vorderwand durch Metallstangen

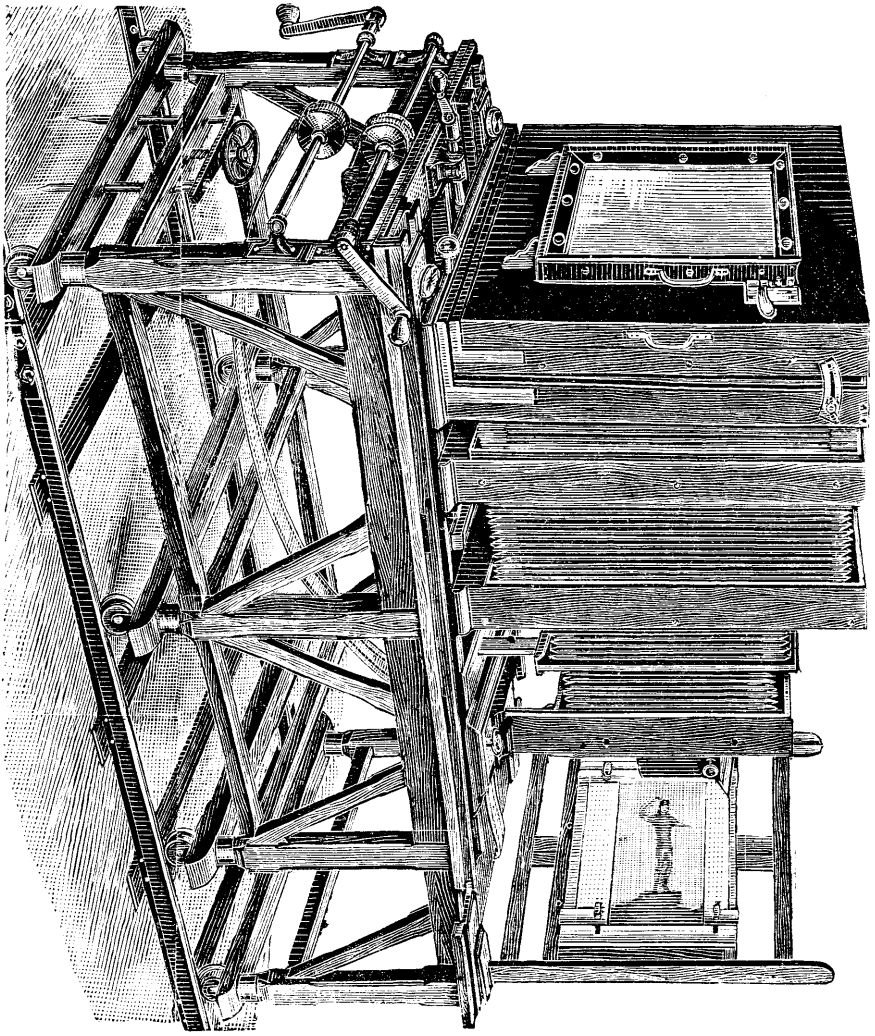


Fig. 458. Warnau's Reproductions-Camera.

(*T T*, Fig. 457). Um den Blasebalg sehr lang ausziehen zu können, gibt man ihm einen Zwischenrahmen. Das Bodenbrett der Camera lässt sich durch Aufklappen (bei *A*) verlängern. Um das Arbeiten mit dem langen Focus der Reproductionsobjective zu ermöglichen, bringt man wohl auch einen kleinen Conus, wie er in *C* abgebildet ist, an, welcher an Stelle des Objectivbrettes eingesetzt wird.

Bei sehr grossen Reproductions-Camera's, läuft der Tisch auf Eisenschienen (s. Fig. 458). Das Feststellen erfolgt durch Herabschrauben

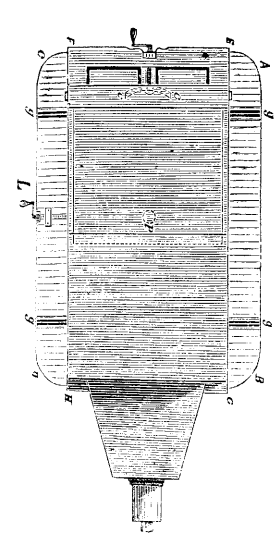


Fig. 459.

Fig. 462.

Fig. 463.

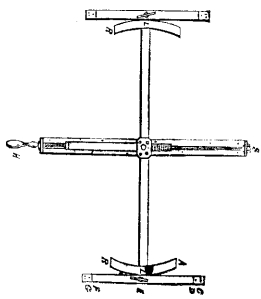


Fig. 464.

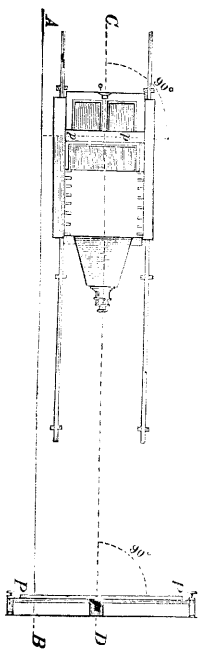


Fig. 467.

Aufstellung der Camera bei Karton-Reproductionen.

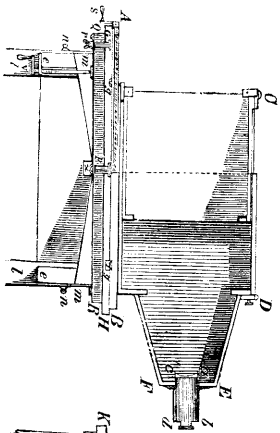


Fig. 460.

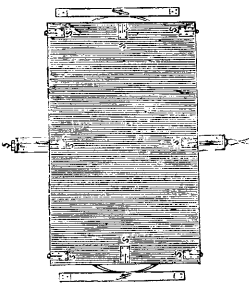


Fig. 465.

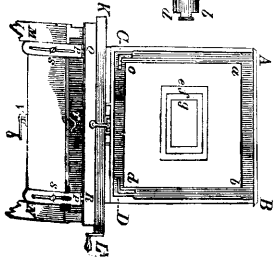


Fig. 461.

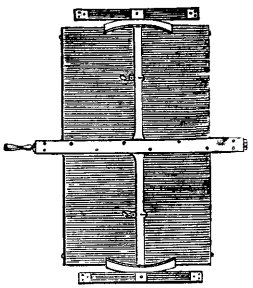


Fig. 466.

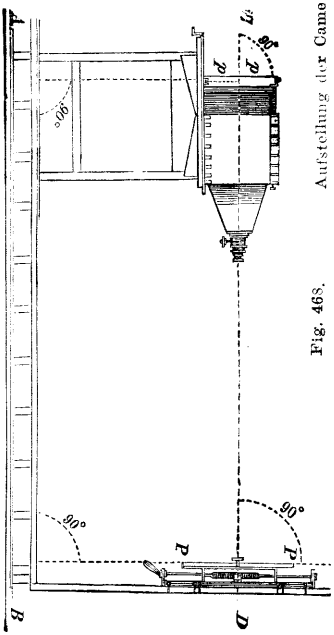


Fig. 468.

der zwei Stahlspitzen. Durch eine Kurbel wird vermittels eines Riemens der Vordertheil der Camera vorbewegt und kann wieder zurückgeschoben

werden. Der Rücktheil der Camera wird durch eine Spindelschraube bewegt und durch zwei Klemmschrauben fixirt. Ausser der grossen Cassette kann auch eine kleinere Cassette (oder Visirscheibe) eingesetzt werden und es ist dieselbe auch schräg zu stellen. In unserer Figur ist der Rahmen mit dem zu reproducirenden Gegenstande direct am Camera-Tisch befestigt, während es im Allgemeinen practischer ist, eine getrennte Staffelei, welche auf denselben Schienen wie die Camera auf Rollen läuft, anzubringen, bei welcher man das zu reproducirende Object nach Belieben heben, senken, seitlich verschieben und neigen kann (s. unten: Atelier-Einrichtungen).

Zur Reproduction von Karten, Plänen etc. kann folgende Anordnung der Camera und des Gegenstandes dienen.

Die Einrichtung der Camera zeigt Fig. 459 bis 468. In Fig. 459 ist *A B C D* Obertheil des Camera-Ständers, *E F G H* Camera, *g g* messingene V förmige Fugen, *p* Mittelzapfen, um den sich die Ständerplatte dreht, *c c* kreisförmige Rinne am Obertheile des Ständers, *L* Schraube zur Seitwärtsbewegung des Dunkelkastens, *S* Schraube zum Einstellen. — In Fig. 460 ist *A B C D E F* die Camera, *G H Q R* Obertheil des Ständers, *G H* oberes Brett, *Q R* unteres Brett, *a b c d* Linse und Fassung, *g g* V förmige Läufer in V förmigen Fugen gehend, *K* Kreisbogen aus dem unteren Brette ausgeschnitten, *l l* Theile der Füsse des Ständers, *m m* Platten mit Scharnieren, *n n* Schrauben zum Festhalten der Plattenmittelzapfen, *r* Schraube, welche durch den Kreisbogen geht und beide Bretter zusammenhält, *s s* Schraube ohne Ende zum Einstellen, *V* Stellschraube, um den Obertheil des Ständers um die Axe *p* zu bewegen, *X* Axe des Obertheiles des Ständers. — Fig. 461: *A B C D* Schieber mit der matten Scheibe *a b c d*, *e f g* Rechtecke, welche auf dem matten Glase gezeichnet sind, um mit den Randlinien des Planes nach der Natur der Verkleinerung zusammenzufallen, *K L M N* Camera-Ständer, *p p* Platten zum Höherstellen, *s s* Haltschrauben für dieselben, *Q R* unteres Brett, *r* und *V* wie bei Fig. 460.

Der Ständer für die Pläne erhellt aus Fig. 462 bis 467. Er besteht aus einem Mittel- und Seitentheile; der erstere, Fig. 462 und 464, wieder aus einer an die Wand angeschraubten Eisenstange *E F* mit aufgebogenen Endscheiben, in denen die Schraubenstange *S S* sich bewegt, welche durch die Handhabe *H* gedreht wird. Ein Centralbolzen ist an die Schraube *S S* befestigt und steht mit der Querstange *L L* in Verbindung, welche sich um ihn dreht und an beiden Enden zwei Kreisbogen *A R* trägt, die am äusseren Rande sich verdünnen. Jeder von den Seitentheilen Fig. 463 und 464 besteht aus einer an beiden Enden zweimal rechtwinklig gebogenen Eisenstange *C D F G*, die bei *C* und *G* an die Wand angeschraubt ist. Der Theil *D F* ist doppelt, der untere dünnere Theil ist mit dem oberen nur an beiden Enden verbunden und kann vermöge seiner Biegsamkeit durch Nachlassen der Schraube *E* von dem letzteren in der Mitte entfernt werden. Der dünne Theil der Kreisbogen *A R* befindet sich, wenn die Vorrichtung aufgestellt ist, zwischen dem oberen und unteren Theil der Seitenstangen und der Arm *L L* kann in jedem Theile des Bogens, welchen er um den Bolzen *P* bis auf eine gewisse Grenze beschreibt, mittelst Anziehen der Schraube *E* festgeklemmt werden.

Fig. 465 zeigt die Vorder- und Fig. 466 die Rückansicht der Vorrichtung mit der zur Aufnahme des Originals dienenden Platte, welche mittelst zweier Haken *c c* (Fig. 466) befestigt ist. Die Federklammern *S* (Fig. 465) dienen zum Befestigen der Pläne.

Fig. 467 und 468 zeigt die gleichseitige Lage der Camera und des Plan-Halters. *C D* Linie in der Ebene der Einstellung, welche durch die Mitte des Bolzens des Plan-Trägers und den Mittelpunkt der empfindlichen Platte in der Camera geht und mit der optischen Axe der Linse zusammenfällt. *P P* Lage des Planes, *pp* Axe der empfindlichen Platte in der Camera.

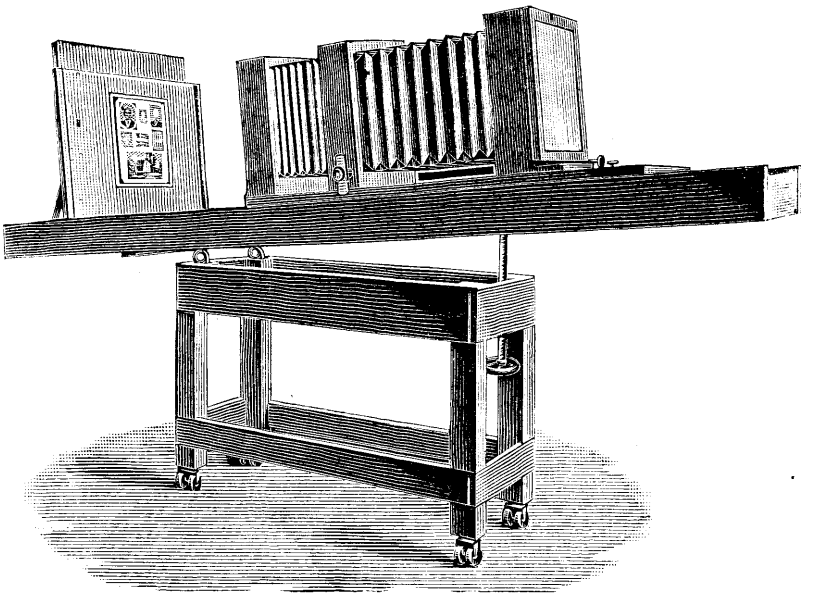


Fig. 469. Reproductions-Camera.

Im Falle der Photograph öfters in die Lage kommt, Reproductionen kleinerer Objective vorzunehmen, so bringt man die Camera und das Brett, worauf die Originale befestigt werden, an einer gemeinsamen Unterlage an, wie Fig. 469 zeigt. Diese Unterlage kann geneigt werden, um eine günstige Beleuchtung zu finden.

III. Camera zur Herstellung von Diapositiven, Vergrösserungen und Verkleinerungen.

Soll ein Glasbild (Negativ oder Positiv) photographisch aufgenommen werden, so ist es gleichmässig (z. B. mittels einer matten Scheibe) zu beleuchten und seitlich alles fremde Licht abzuhalten. Dies geschieht am besten dadurch, dass man das Glasbild (*a*) in einem Rahmen befestigt, diesen Rahmen nach Art einer Balg-Camera an einer Camera (*2*) befestigt, an welcher sich bei *c* das Objectiv (Aplanat, Antiplanet, Euryskop etc.) befindet; das Bild wird auf die Visirscheibe

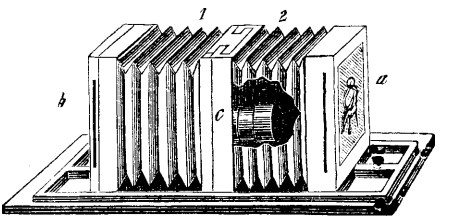


Fig. 470. Diapositiv-Camera.

b projicirt und kann je nach Auszugsweite in gleicher Grösse verkleinert oder vergrössert (s. Tabelle auf S 13) photographirt werden.

Fig. 471 zeigt die äussere Ansicht einer analog eingerichteten Diapositiv-Camera von Talbot in Berlin.

In Fig. 471a ist die Zusammenstellung zweier Cameras zu einem Vergrösserungs-Apparat nach Lancaster dargestellt. Man bringt eine

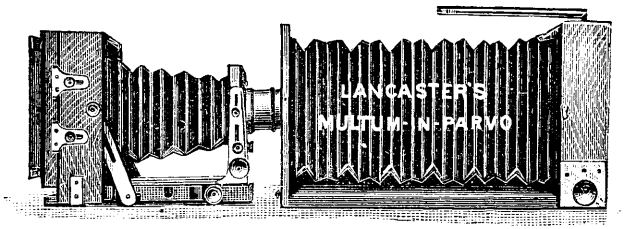


Fig. 471a.

Camera derartig in Verbindung mit einer anderen Camera, dass das Objectiv beide Cameras lichtdicht verbindet. Man placirt das zu vergrössernde Negativ in die Cassette der gewöhnlichen Camera (links), die empfindliche Platte an das Ende der anderen Camera (rechts). Selbstverständlich ist diese Combination auch zu Verkleinerungen verwendbar (E. Bachmann, Breslau).

Fig. 472 stellt eine Diapositiv-Camera dar; bei *A* befindet sich zunächst eine matte Scheibe, dann das Negativ. Das im Inneren befind-

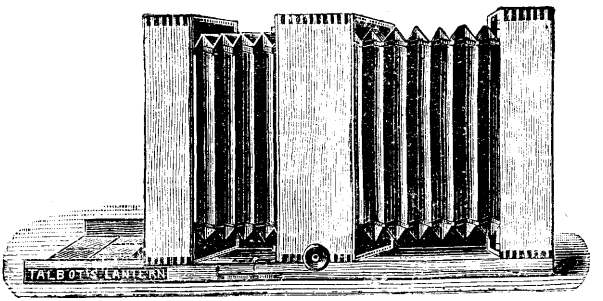


Fig. 471. Diapositiv-Camera.

liche Objectiv ist mittelst einer von aussen (bei *B*) zu öffnenden Klappe verschlossen. Bei *D* ist die Cassette mit der empfindlichen Platte eingeschaltet.

Fig. 473 zeigt eine Form der Reproductions-Camera, welche sowohl als gewöhnliche Camera, als auch für Diapositive (Vergrösserungen und Verkleinerungen) dienen kann. Soll sie zu letzterem Zwecke benutzt werden, so schiebt man bei *a* einen Rahmen ein, in welchem (durch die Oeffnung bei *b*) das Objectiv befestigt wird. Bei *b* wird das Original-

Negativ festgeklemmt und bei *c* wird die photographische Platte angebracht; *d* sind verschiedene Einlagen für Negative von diversen Grössen. (Beseitigt man den Rahmen *a* mit dem Objective, und bringt das Objectiv bei *b* an, so kann man die Camera als gewöhnliche Reproductionscamera benutzen.)

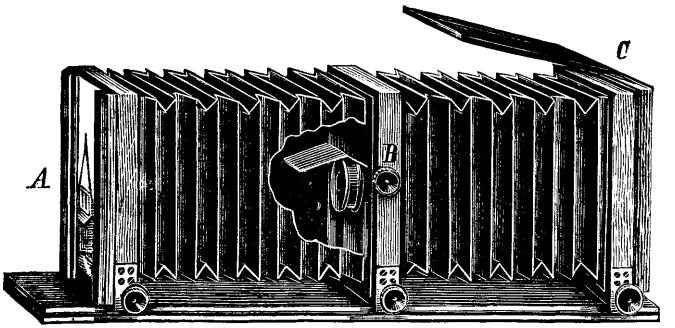


Fig. 472. Diapositiv-Camera.

Man kann auch durch einen kleineren „Vergrösserungs-Vorbau" jede Camera mit langem Balg in eine Vergrösserungscamera umwandeln.

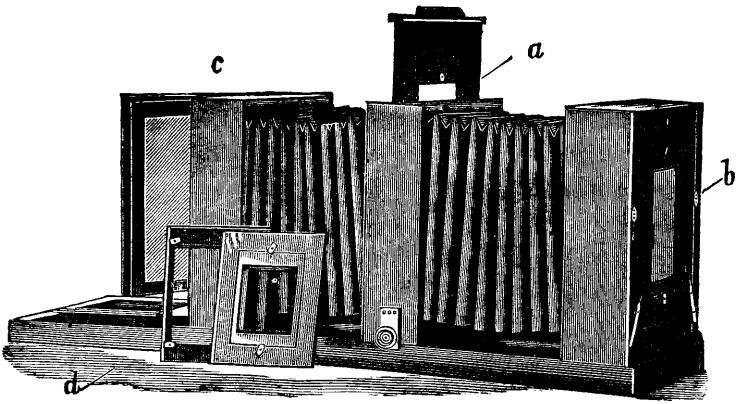


Fig. 473. Einrichtung einer Reproductions-Camera für Diapositive, Vergrösserungen und Verkleinerungen.

Diesen Vorbau richtet Harbers in Leipzig folgendermassen ein: Man setzt den Vorbau *a* (Fig. 474) an Stelle des Objectivbrettes bei *i* ein. Das Objectiv *f* muss in die Camera hineinragen und bei *a* befindet sich die Matrize. Die Camera wird gegen den Himmel oder eine gleichmässig beleuchtete weisse Papierfläche etc. gerichtet.

Bei Krügener's Vergrösserungsapparat für mässig grosse Bildformate geschieht die Verstellung mittels zweier eigenthümlich ange-

ordneten Bolzen. Die kleine Ansatz-Camera (*A*) kann an jede beliebige Camera (*B*) befestigt werden (Fig. 475).

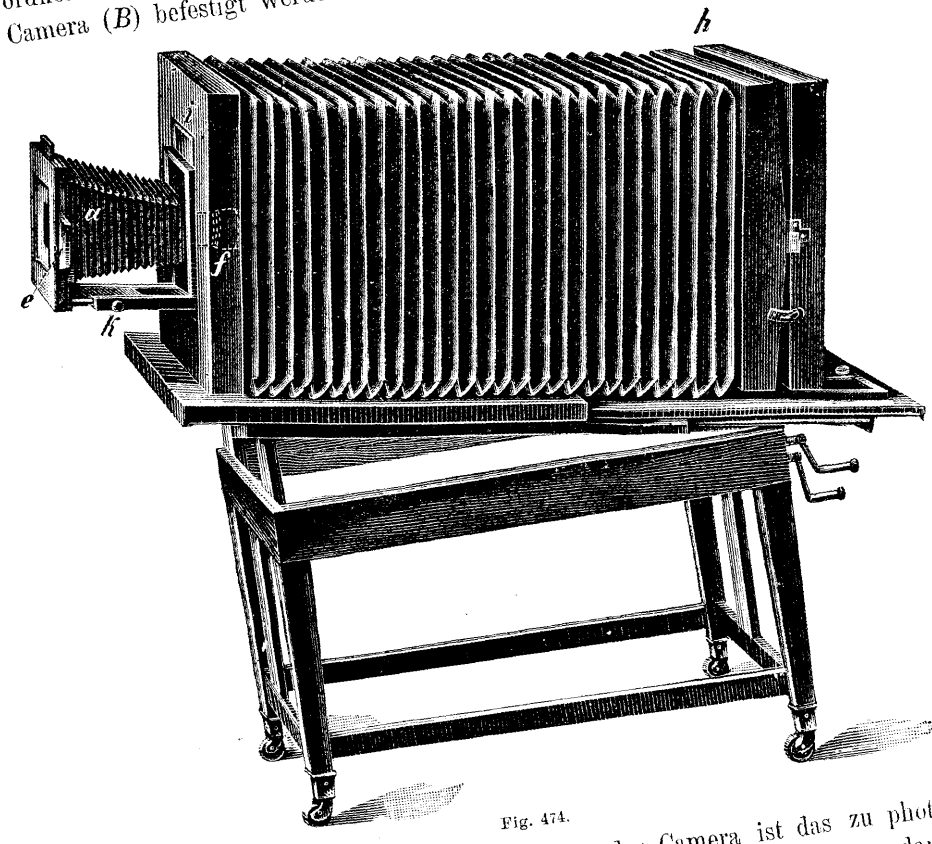


Fig. 474.

Zur Erzeugung von Diapositiven in der Camera ist das zu photographirende Negativ stets in einen dunklen Rahmen zu bringen, damit seitlich möglichst wenig falsches Licht einfalle. Nach aussen zu,

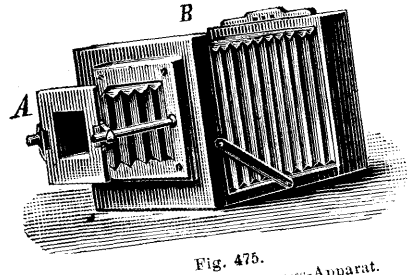


Fig. 475.
Krügener's Vergrösserungs-Apparat.

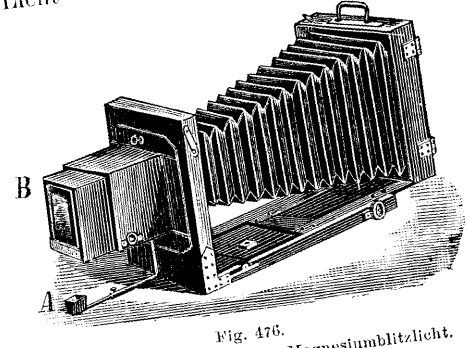


Fig. 476.
Vergrösserungs-Camera mit Magnesiumblitzlicht.

unmittelbar vor dem Negativ ist in der Regel eine matte Glasscheibe angebracht, welche eine gleichmässigere Vertheilung des Lichtes bewirkt. Mitunter richtet man den Apparat gegen den Himmel oder stellt vor denselben einen geneigten Spiegel oder auch wohl einen Bogen von weissem Carton auf, in welchem letzteren Falle die matte Glasscheibe vor dem Negativ entbehrlich ist.

Selten benutzt man zur Beleuchtung das Magnesiumblitzlicht. In diesem Falle kann der Vergrösserungsapparat von Merville in Paris (1891) benutzt werden, dessen Einrichtung aus Fig. 476 unmittelbar ersichtlich ist. In der Schale *A* befindet sich Magnesiumblitzpulver, welches das Negativ erleuchtet. Bei unvorsichtiger Behandlung fällt die Beleuchtung sehr leicht unegal aus.

IV. Diapositive und Contact-Copien auf Glas nach unebenen Negativen in der Camera

herzustellen geschieht nach Dr. Stolze mit Sicherheit, wenn man in eine Cassette zuerst das Negativ, dann die Trockenplatte legt und in eine Camera bringt, welche möglichst weit ausgezogen und mit einem ungefähr auf $\frac{f}{20}$ abgeblendeten Objective gegen den Himmel oder eine besonnte weisse Fläche gerichtet ist. Man erhält dann stets ganz scharfe Copien. Biegung des Glases schadet wenig, man kann sogar, wenn man ein verkehrtes Bild braucht, das Negativ mit der Schichte nach vorne einlegen. Ein Beispiel zeigt dies; z. B. der Auszug beträgt 40 cm, die Objectivöffnung 2 cm, der Abstand vom Negative und Plattenschicht 3 mm; dann ist die Maximalunschärfe 0,15 mm, also verschwindend (Phot. Wochenbl. 1888. S. 109. Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1889).

V. Vorrichtungen zu Vignettirungen in der Camera.

Will man Bilder (Porträts) herstellen, welche verlaufend abvignettirt sind und zwar auf ganz schwarzem Hintergrunde erscheinen sollen, so kann man einen gezähnten mattschwarzen Carton von der Form von Fig. 481 oder 482 verwenden.

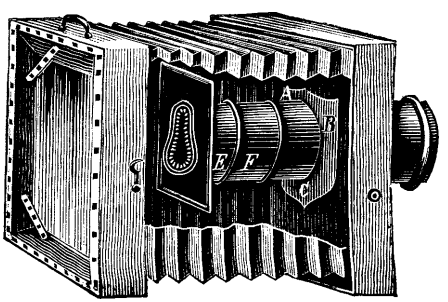


Fig. 477.
Vignettir-Vorrichtung.

1. Man bringt denselben in einiger Entfernung im Inneren der Camera vor die empfindliche Platte; die Ränder der letzteren sind dann vor Licht geschützt, während die

Vignette allmählig gegen Innen zu verläuft und zwar um so zarter, je weiter die Maske von der Platte entfernt ist; man kann die Vignettir-Maske auch am Objectiv (mittels einer Cartonröhre) im Innern befestigen.

Einen solchen „Camera-Abtöner“,[1]) um Abtönung mit schwarzem Fond direct mit der Camera zu erhalten, zeigt Fig. 477.

Dieser kleine Apparat wird im Innern der Camera befestigt, in den beweglichen Rahmen bringt man die entsprechende Abtönungsvignette. Es ist selbstverständlich, dass der unbelichtete Theil des Negativs transparent wird, und durch Copiren ein Bild mit einem Verlaufer in Schwarz giebt.

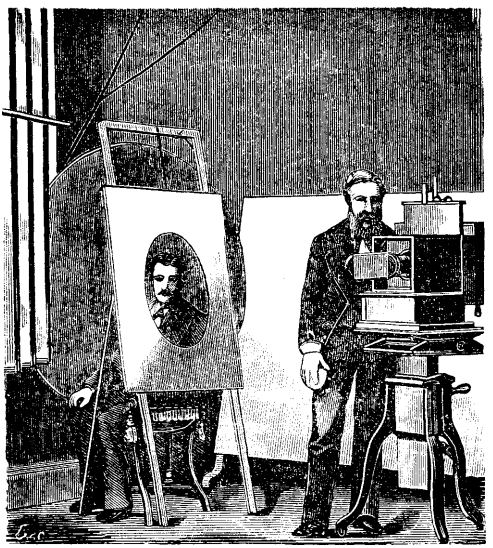


Fig. 478. Vignettir-Vorrichtung.

Fig. 479.

2. Man stellt einen Schirm ausserhalb der Camera vor der zu porträtirenden Figur auf Fig. 478 und Fig. 479, welche Einrichtung namentlich bei Ferrotypien gebräuchlich ist. Man macht auch wohl den Vignettirrahmen beweglich und in der Höhe verstellbar, wie Fig. 480 zeigt.[2])

Um Rembrandtbilder schwarz zu vignettiren, befestigt man vorn an der Camera einen Vorbau, welcher lichtdicht anschliesst und matt schwarz (z. B. mit Wollsammt) gefüttert ist; er soll sich mindestens $^1/_2$ m vom Objectiv entfernen lassen. Weitaus am vortheilhaftesten ist jene Anordnung, bei welcher der Vignettir-Rahmen direct an der

1) Von Bernh. Wachtl in Wien erzeugt.

2) Von Wilson's Hood-Cheyney Co. in New-York (1889). — Aehnliche Apparate waren übrigens schon seit dem Jahre 1870 in Gebrauch. (Vergl. auch Phot. Mitth. 1888. Bd. 25, S. 87.)

Camera vor dem Objective befestigt ist und seitens des Operateurs gelegentlich des Einstellens des Bildes auf der Visirscheibe beliebig verstellt werden kann. Dadurch ist dem künstlerischen Arrangement des Bildes besser Spielraum gewährt.

Solche Apparate brachte die Firma Frey in Aarau im Jahre 1889 in den Handel (unter dem Namen „Degradir-Apparat").

F. Boissonas und Brandseph (Phot.Corresp. 1889. S. 182) verwendeten eine analoge Vignettir-Vorrichtung und brachten sie gleichfalls am

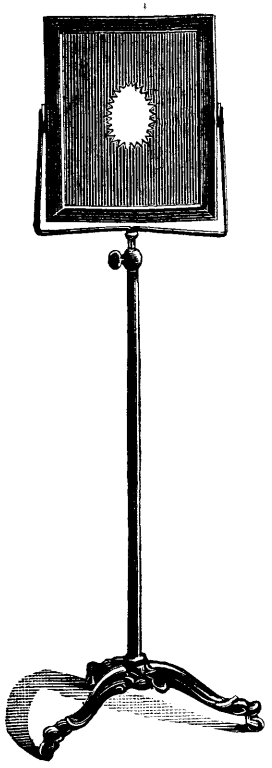


Fig. 480.

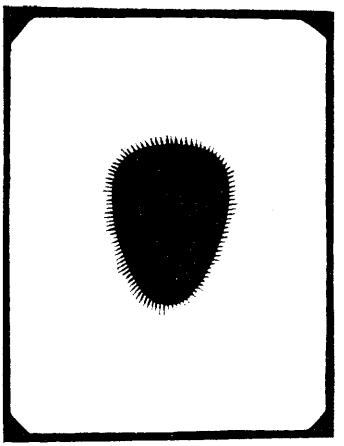


Fig. 481.

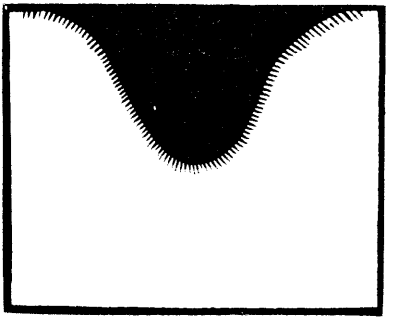


Fig. 482.

Vignettir-Vorrichtung.

Vordertheile der Camera an, welche durch eine einfache Vorrichtung derartig bewegt werden konnte, dass die Vignette mit möglichst wenig Zeitaufwand in die richtige Lage vor das Objectiv gebracht werden konnte. Die Vignette kann aus schwarzem, grauen oder weissem Carton sein und dementsprechend wird man ein schwarz, grau oder weiss vignettirtes Bild direct in der Camera erhalten. Auch halbmondförmige Vignetten sind namentlich bei Kniestücken in Anwendung, um den unteren Theil der Figuren weich abzudecken. Hierbei ist die Vignette an einer Metallstange be-

festigt (Fig. 483 und 484). Die lange Stange mit dem Knopf versehen, steht in Verbindung mit dieser Querstange, und diese wiederum mit einem vertical gestellten Träger zur Anbringung der Vignette. Die verticale Bewegung ist ermöglicht durch ein an dem Holztheil angebrachtes Zahnrädchen. Die horizontale Bewegung aber wird hervorgerufen, indem man an dem Knopf hier dreht; mit dieser Drehung wird die an

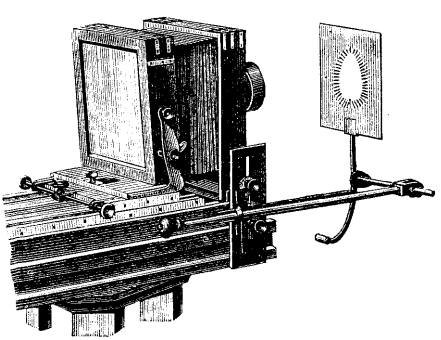


Fig. 483.

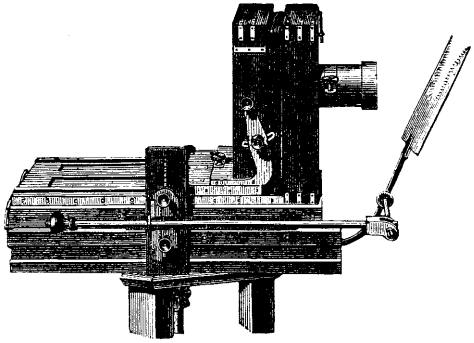


Fig. 484.

Vignettir-Vorrichtung.

dem vorderen Theil horizontallaufende viereckige Stange, welche mit der Vignette in Verbindung ist, nach rechts oder nach links verschiebbar und sind mit der letzteren sämmtliche Verstellungen der Vignette in der Maschine vereinigt.

EINUNDZWANZIGSTES CAPITEL.

MULTIPLICATOREN.

Unter Multiplicatoren versteht man eine Camera mit einem oder mehreren Objectiven, bei welchen durch Verschiebung der Cassette mehrere Aufnahmen hintereinander auf derselben Platte gemacht werden können.

I. Multiplicator mit einem Objectiv.

Das Princip dieses Apparates besteht darin, dass die Cassette horizontal (oder auch ausserdem noch von oben nach unten) verschiebbar ist, so dass auf der Platte nach einander zwei bis drei Bilder erzeugt werden können.

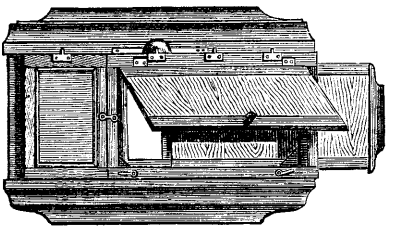


Fig. 485. Multiplicator-Cassette.

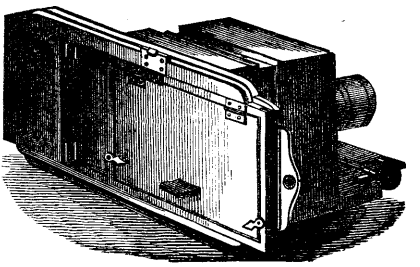


Fig. 486. Multiplicator-Camera.

Cassetten, welche drei Aufnahmen auf einer Platte zu machen gestatten, nennt man auch „Drillings-Cassetten".

Die verschiebbare Cassette, welche gestattet, dass man zwei oder drei Bilder auf einer Platte erhält, hat folgende Einrichtung. Sie besteht aus einem in die Camera einschiebbaren Rahmen (sog. Anhang), welcher eine kleine Visirscheibe und eine verschiebbare Cassette enthält. Fig. 485 und 486 veranschaulichen dies. Die horizontal liegende Cassette wird rechts eingeschoben. Auf dem Wege kann sie zwei bis dreimal arretirt werden. Die Cassette hat oben und unten einen Falz, welcher

in Nuthen eingreift, die an zwei hervorstehenden Leisten der Bahn befestigt sind. Links befindet sich die Visirscheibe. Im Innern des hinteren Rahmens, unmittelbar vor dem Falz der Cassettenbahn wird eine hölzerne Blende eingesetzt, welche in der Mitte einen viereckigen Ausschnitt hat, dessen Grösse um ein Weniges die der Visitkarte (resp. des Cabinetbildes) übertrifft. Diese Blende dient dazu alles nicht verwendbare Licht abzuhalten, so dass nach Oeffnung des Schiebers nur der vor der Blendenöffnung befindliche Theil der Platte von den Lichtstrahlen getroffen wird. Aus gleichem Grunde ist auch die verticale Bahn, in welcher sich die Cassette verschiebt, länger als der übrige Theil des hinteren Rahmens, so dass dieselbe zu beiden Seiten über das Schwanzbrett hinausreicht.

An dem oberen Theile der Bahn sind Federn angebracht, welche durch rechtzeitiges Einschnappen genau markiren, wann die erste Hälfte der Platte sich vollständig vor der Blendenöffnung befindet, oder wann sie dieselbe, nachdem sie belichtet worden, in ihrer ganzen Breite passir' hat. Die Cassette wird eingeschoben, bis die Feder einschnappt; dann öffnet man den Schieber zur Hälfte und belichtet. Hierauf schliesst man das Objectiv, verschiebt die Cassette bis die zweite Feder einschnappt, öffnet den Schieber ganz, belichtet abermals, meistens etwas länger, schliesst das Objectiv und den Schieber und nimmt die Cassette links heraus.

Soll der Apparat für grössere Bilder verwendet werden, so nimmt man die erwähnte Blende aus der Camera und stellt die Federn ab (Buehler).

II. Multiplicator mit mehreren Objectiven.

Einen Apparat mit zwei oder mehreren Objectiven, welche den Zweck haben, gleichzeitig und auf derselben Platte so viel Bilder desselben Gegenstandes zu erhalten, als sich Objective an der Camera befinden, construirte schon Quinet und derselbe wurde ihm am 7. Januar 1854 patentirt; er nannte den Apparat „Quinetoscop" [1]). Später war es namentlich Hermagis, welcher auf Grund einer Aufforderung des Photographen Pierson (1859) an die Ausführung solcher Cameras mit 4 Objectiven (zwei und zwei unter einander gestellt) schritt, weil die damals ungeheuer grosse Nachfrage nach photographischen Visitkarten es fast unmöglich machte, den Anforderungen mit einem Objectiv zu entsprechen [2]). Le Gray legte in der Sitzung der französischen photographischen Ge-

1) Horn's Phot. Journ. 1860. Bd. 13, S. 77. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. Bd. 1, S. 39.

2) Horn's Phot. Journ. 1860. Bd. 14, S. 7; aus La lumière.

sellschaft vom 20. Januar 1860 einen Multiplicator vor, welcher vier Objective in einer Reihe knapp neben einander gestellt enthielt. Die Platte konnte verschoben werden, so dass vier Paare stereoscopischer Aufnahmen auf einer Platte erhalten wurden; nahm man auf jeder Linie das Bild des ersten und dritten Objectives und jenes des zweiten und vierten und combinirte sie, so erhielt man stereoscopische Bilder[1]).

Gewöhnlich hat der Visitenkarten-Multiplicator vier Objective von gleicher oder fast gleicher Brennweite, mit denen, auf einer mehr breiten als hohen Glasplatte, acht Aufnahmen gemacht werden. Wir wollen zuerst diesen Apparat und dann einen andern mit zwei Objectiven beschreiben.

Die erste Bedingung zur Anfertigung guter Visitenkarten-Bilder besteht in der Verwendung von Objectiven, welche grössere Bilder geben, als erforderlich ist. Nur dadurch wird es möglich, vollkommene Schärfe in allen Theilen des Bildes zu erzielen.

Der Hermagis'sche Apparat mit vier Objectiven hat folgende Einrichtung[2]):

Der grosse Visitenkarten-Apparat ist in Fig. 487 abgebildet, in Fig. 488 wird er von der Seite des matten Glases aus, in Fig. 489 von der Objectivseite aus, gesehen. Der Apparat besteht aus einer sehr kurzen Camera, deren hinterer Theil durch Zahn und Trieb bewegt werden kann, während der vordere Theil die vier Objective trägt. An der Seite befindet sich ein Thürchen, damit man das Einstellen der einzelnen Objective regeln könne, weil diese äusserst selten genau dieselbe Brennweite haben. Nach dem Einstellen schliesst man das Thürchen

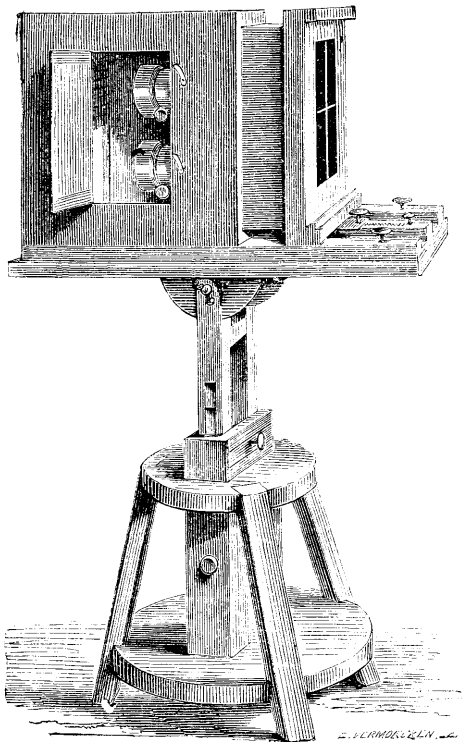


Fig. 487. Hermagi's Visitkarten-Multiplicator.

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. S. 39; aus Bell. Soc. franç. Phot. Bd. 6, S. 29.

2) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. S. 96. Journ. Lond. Phot. Soc. Bd. 6, S. 168.

Der in Fig. 487 deutlich sichtbare Verschluss besteht aus einer Reihe von Brettchen, die auf Leinwand geklebt sind. Dadurch wird es möglich, die vier Objective zusammen zu öffnen; freilich liegt hierin auch wieder ein Hauptfehler dieser Art von Verschluss, indem dabei stets die unteren Objective längere Zeit geöffnet bleiben als die oberen. Denn wenn der Verschluss vollständig niedergelassen ist, muss man ihn langsam in die Höhe bringen, damit nicht durch Erschüttern der Camera verschwommene Bilder entstehen; das Niederlassen muss dagegen möglichst rasch geschehen.

Diese längere Exposition der unteren Objective ist bei lichtschwachen Linsen wenig merklich, dagegen tritt sie bei den sogen. Schnellarbeitern deutlich hervor. Deshalb ist es zweckmässiger einen Federverschluss anzuwenden, wodurch die zwei oder vier Objective des Apparates momentan geöffnet werden.

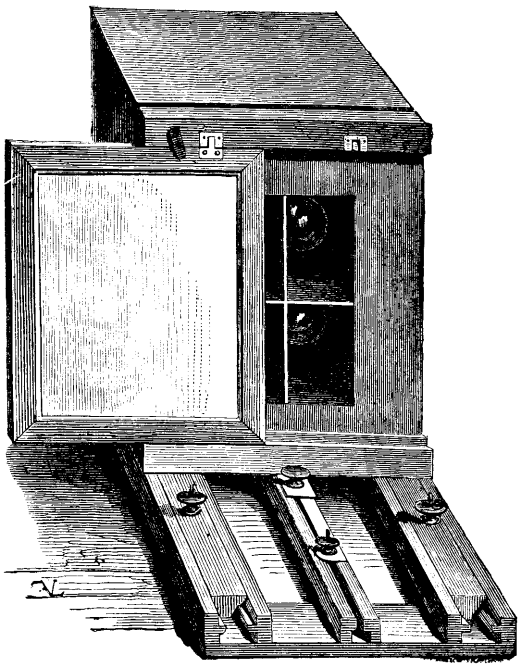


Fig. 488.
Einrichtung des matten Glases beim Visitkarten-Multiplicator.

Rathsam dürfte es ferner sein, den Verschluss hinter den Objectiven und nicht davor anzubringen. Zumal wenn man Kinder aufnimmt, wird das Oeffnen des vorn befindlichen Verschlusses recht störend, indem es sie erschreckt und gerade in dem Augenblicke unruhig macht, wo sie am ruhigsten sein sollten.

Das matte Glas der Visitkarten-Camera (Fig. 487) hat in seinem obern Theile einen Schnäpper, der es in einer bestimmten Stellung festhält. Dasselbe ist bei der gewöhnlichen Cassette für 4 Bilder der Fall — statt dessen man auch die in Fig. 489 abgebildete Doppelcassette verwenden kann.

In RS sieht man das Thürchen mit den Druckfedern ii, in E und F die beiden Einschiebbrettchen; die beiden Messingschnäpper des oberen Theiles sind durch das Thürchen RS verdeckt.

Nach dem Einstellen wird die Cassette in den Falz der Camera geschoben und das linke Einschiebbrettchen E ausgezogen. Wenn die

Aufnahme gemacht ist, schliesst man *E* und schiebt die Cassette seitwärts, bis sie wieder an der zweiten Feder der Camera einschnappt. Die beiden Schnäpper sind in Fig. 490 deutlich sichtbar. Sobald die Cassette eine feste Stellung einnimmt, öffnet man *F* und macht die zweite Aufnahme.

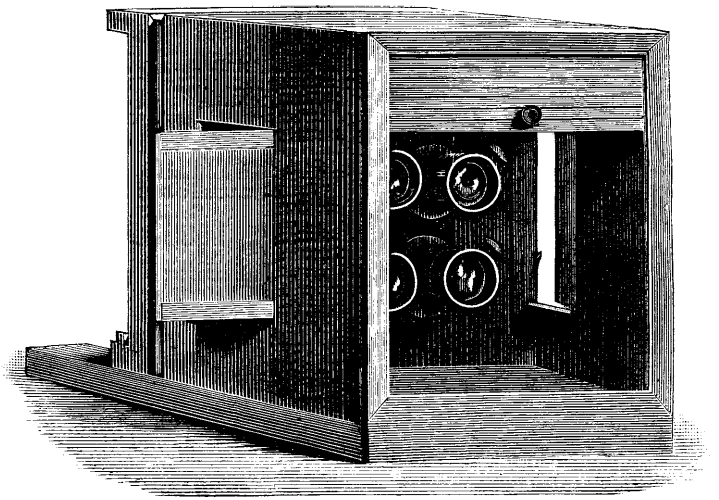


Fig. 489. Stellung der Objective im Visitenkarten-Multiplicator.

Mit dieser Cassette erhält man acht Bilder auf einem einzigen Glase (Fig. 490), vier bei der ersten und vier bei der zweiten Aufnahme.

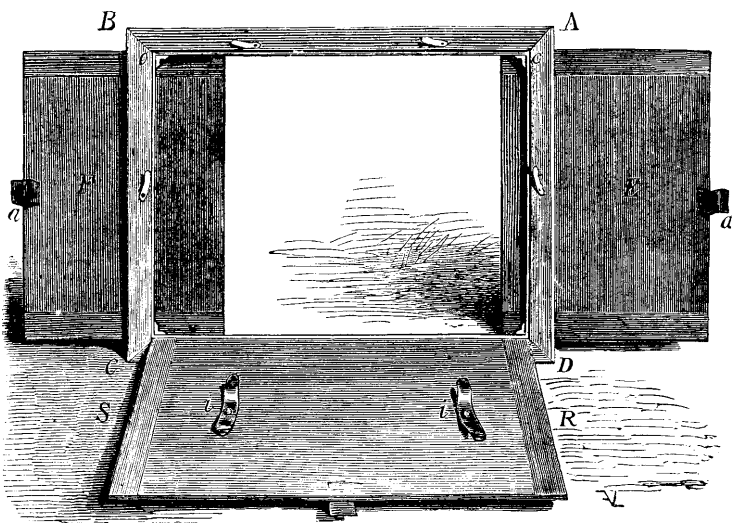


Fig. 490. Doppelcassette des Visitenkarten-Multiplicators.

Mit der Cassette für vier Bilder kann man sehr wohl auch getrennte Aufnahmen, von je zwei Bildern, machen. Da dann das Brettchen *E*

nur zur Hälfte ausgezogen werden darf, muss man gerade in der Mitte desselben mit einer Stahlspitze ein Zeichen machen.

Mit der Doppelcassette in Fig. 491 lassen sich auch acht Bilder in vier verschiedenen Stellungen aufnehmen.

Gewöhnlich braucht man für Visitenkarten den Apparat mit 4 Objectiven und eine Cassette für 8 Bilder. Da es aber immer mehr Sitte wird, die theuren sogen. Schnellarbeiter vorzuziehen, bedienen sich viele Photographen nur zweier Objective und selbst eines einzigen, um 4 Bilder auf einer Platte zu machen.

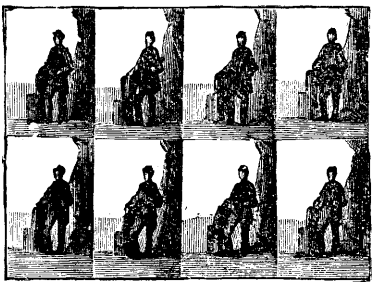


Fig. 491.

Wir wollen zur Beschreibung des Visitkarten-Apparates mit zwei Objectiven übergehen.

Fig. 492 zeigt den vollständigen Apparat, der gewöhnlich aus polirtem und gefirnisstem Mahagoniholz besteht und an den Ecken mit Messingbeschlag versehen ist.

Der Apparat besteht aus mehreren Theilen:

1. Aus zwei Objectiven.

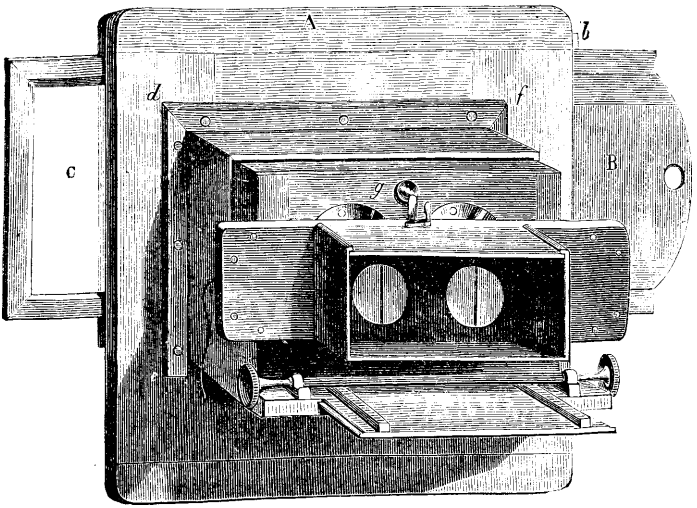


Fig. 492. Englischer Visitkarten-Apparat (von Dallmeyer).

Es sind Doppelobjective von fast drei Zoll Oeffnung und sehr kurzer Brennweite, mit denen sich also äusserst rasch arbeiten lässt. Sie sind an einem Brette befestigt, welches nach zwei Richtungen beweglich ist: einmal von rechts nach links und zweitens von unten nach oben und

umgekehrt. Aber diese doppelte Bewegbarkeit ist nicht unumgänglich nothwendig, man kann sich, wie in unserm Bilde, mit der ersten begnügen.

2. Aus der eigentlichen Camera obscura.

Sie hat einen doppelten Auszug und ist nach dem Princip von Fig. 493 eingerichtet. Der Vortheil dieses Systems besteht in der feststehenden Glastafel und der ausserordentlich leichten Einstellung. Da der Kopf unbeweglich bleibt, ist das Beobachten des matten Glases viel bequemer auszuführen und die allerkleinsten Bewegungen werden ohne Mühe durch Drehen der Micrometerschraube ausgeführt.

3. Aus dem beweglichen Rahmen.

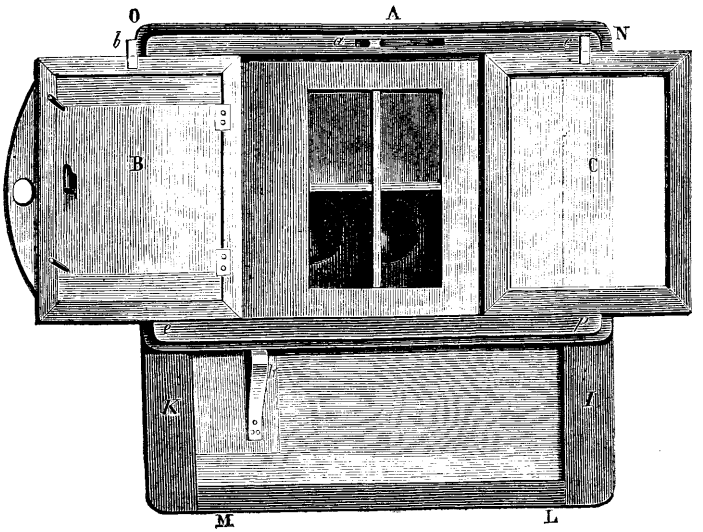


Fig. 493. Einschieberahmen der Visitkarten-Camera.

Dies ist ein grosses Stück Holz *A*, an welchem sich Leisten, *d e* und *d p*, befinden, durch welche es mit der Camera verbunden ist. Fig. 493 zeigt diesen Theil *A* von der hintern Seite. Er hat zwei Falze *N J*, *O K*, worin ein zweites Stück Holz *c p e o*, verschiebbar ist, welches die matte Glastafel und die Cassette trägt.

Aus Fig. 493 erhellt die Handhabung des Apparates.

Nach dem Einstellen wird das matte Glas nach *C* geschoben, wo der Schnäpper am oberen Theile es in den Falzen *N O*, *p e* festhält. Dann wird die Cassette *B* vorgeschoben, bis der Schnäpper *b* die Feder *a* berührt, nun die Objective geöffnet und die Aufnahme gemacht.

Darauf wird die Feder *h*, welche den ganzen oberen Theil festhält, niedergedrückt, damit der untere Theil der empfindlichen Platte die beiden

andern Bilder aufnehmen kann. Alles Uebrige stimmt mit den früheren Angaben überein.

III. Multiplicator-Camera mit verschiebbarem Objectiv.

Eine Multiplicator-Camera kann auch in der Weise eingerichtet werden, dass das Objectiv verschiebbar ist. Fig. 494 bis 496 zeigt eine amerikanische Form einer solchen „Multiplying-Camera“ [1]). Das Objectiv ist um den Punkt *d* beweglich, kann nach rechts oder links geschoben werden und gibt z. B. in der Stellung *a* und *b* (Fig. 496) mit einer Stereoscop-Camera eine stereoscopische Doppelaufnahme, wie in Fig. 295 angedeutet ist. — In neuerer Zeit construirte man nach diesem Typus Moment-Cameras bei welchen das Objectiv 8 mal ver-

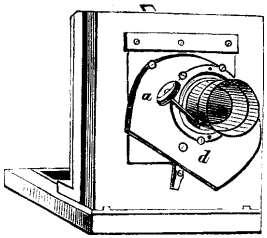


Fig. 494.

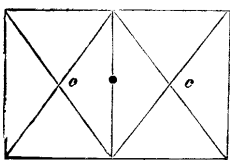


Fig. 495.

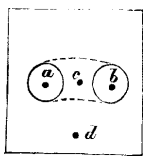


Fig. 496.

Multiplying-Camera.

schiebbar ist, so dass auf jeder Platte acht verschiedene Aufnahmen gemacht werden konnten (z. B. bei dem „Photo-Poche“ von Dehors und Deslandres, Paris).

IV. Cammée-Apparat für Bilder auf weissem Grund.

Unter Camméen- oder Gemmen-Porträten versteht man Bilder im Format der Visitkarte, welche in vier schachförmig versetzten Ovalen vier verschiedene Aufnahmen eines und desselben Modells in Brustbild-

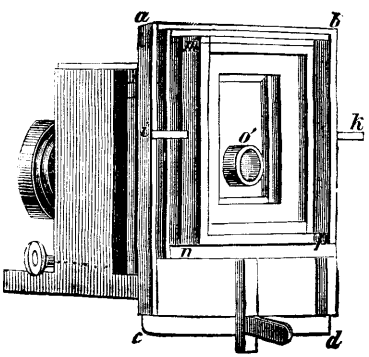


Fig. 497.

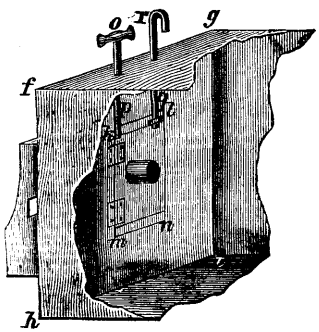


Fig. 498.

Cammée-Apparat.

1) Phot. News. 1876. S. 255.

darstellung enthält. Die kleinen Ovale werden in einer Stempelpresse geprägt, so dass sie ein gemmenartiges Aussehen erhalten. Sie wurden 1865 von Window und Bridge eingeführt[1]). Ihre geringe Grösse gestattet die Anwendung eines kleinen Objectives. Das Princip ist das der Multiplicatoren.

Fig. 497 zeigt die Camera[2]). *a b c d* ist die Bahn auf welcher die Cassette sich zweimal horizontal und dreimal vertical verschieben lässt. Die Handhaben *i k l* an der Seite und unten dienen dazu, die Platte zu bewegen und festzuhalten. Auf der Bahn bewegt sich nämlich ein zweiter Rahmen *m n o p* senkrecht, während in seinen horizontalen Falzen sich die Cassette und die Visirscheibe rechts und links verschieben lässt. Einspringende Federn markiren die richtige Stellung. Die Hinterwand ist durch eine hölzerne Einlage abgeblendet und nur eine ovale Oeffnung gelassen, welche der Grösse der Gemmenovale entspricht. Dieselbe ist behufs scharfer Abgrenzung mit einem vorspringenden Tubus *o* versehen.

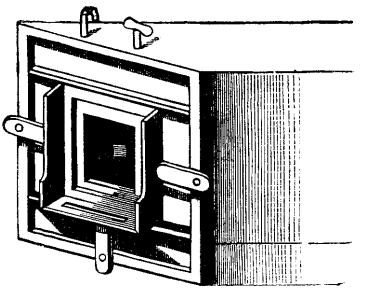


Fig. 499. Cammée-Apparat.

V. Camera für Cammée-Porträte auf schwarzem Grund.

Die vorstehend beschriebenen Camera-Einrichtungen haben den Uebelstand, dass die Bilder niemals mit scharfen Rändern auf der Visirscheibe erscheinen, und daher beim Copiren die Anwendung von Masken nöthig machen, was bekanntlich eine difficile Sache ist. Der Grund liegt darin, dass vermöge der Construction der Cassette der Tubus der Blende um etwa $^1/_2$ Zoll von der empfindlichen Platte selbst absteht. W. Geldmacher schlug daher vor, die Bilder auf schwarzem Grunde darzustellen, was ihnen auch häufig eine effectvollere Wirkung verleiht, und empfiehlt zu diesem Zwecke folgende Einrichtung, durch welche die Bilder hell auf schwarzem Grunde und mit vollkommen scharfem Rande erscheinen sollen.

Fig. 498 zeigt uns die einfache Vorrichtung von der Innenseite der Camera gesehen.

In der Mitte des Brettes *f g h i* befindet sich ein grösserer quadratischer Ausschnitt, welcher durch ein mittelst Scharnieren an das Brett be-

1) De Roth, Neueste Fortschritte d. Photogr. 1868. S. 25.
2) Buehler, Atelier und Apparat des Photogr. 1867. S. 175.

festigtes Thürchen *klmn* geschlossen ist. Um dieses Thürchen von aussen öffnen zu können, geht ein Stäbchen *op* durch die Decke der Camera, dessen unteres Ende an der Scharnierseite des Thürchens befestigt und dessen oberes Ende mit einer Krücke versehen ist, welche mit Daumen und Zeigefinger gedreht, das Oeffnen und Schliessen des Thürchens ermöglicht.

Ein zweites Stäbchen *qr* geht gleichfalls durch die Decke der Camera, durch dessen Niederdrücken das Thürchen geschlossen gehalten wird. Fig. 499 zeigt die Einrichtung von der Aussenseite.

In dem Thürchen selbst befindet sich die bekannte ovale Oeffnung und in dieselbe ist ein Tubus eingesetzt, welcher, wenn das Thürchen geschlossen und der Schieber der Camera geöffnet ist, fast bis an die empfindliche Platte reicht und nur soweit von derselben absteht, dass er die Collodionschicht nicht direct berührt.

Die Manipulation ist einfach folgende: Man setzt die matte Scheibe ein, schliesst die Blende und stellt ein. Darauf öffnet man die Blende wieder, setzt die Cassette ein, zieht den Schieber auf, schliesst die Blende wieder und exponirt. Während des Verschiebens der Cassette bleibt das Thürchen geschlossen und wird erst nach vollendeter Aufnahme geöffnet, um den Schieber schliessen und die Cassette herausnehmen zu können.

Buehler schlug vor, dass man zwischen den Schieber der Cassette und die empfindliche Platte eine vollkommen ebene lackirte Messingplatte in die Cassette einlegt, in welche die ovalen Oeffnungen für die Gemmen geschnitten sind. Diese Blende verhindert in gleicher Weise die Bestrahlung ausserhalb der Ränder, wie die Geldmacher'sche Einrichtung, der Grund des Bildes bleibt dagegen weiss. Würde man statt der Metallplatte eine Spiegelplatte vor die empfindliche Platte setzen, auf welcher vier Rahmen photographisch und der Anordnung der Gemmen entsprechend dargestellt sind, so werden ohne Zweifel die vier Bilder in solchen Rahmen erscheinen, was ihren schönen Effect wesentlich erhöht.

VI. Medaillon-Apparate, Ferrotyp- und Briefmarken-Camera.

Der Medaillon-Apparat[1]) dient zur Erzeugung jener niedlichen kleinen Bilder, welche zur Zierde von Briefbogen oder andern Dingen verwendet werden und führt in der Regel 9 bis 12 Objective von etwa 10‴ Oeffnung und 1 bis 2″ Brennweite. Ganz ähnlich sind die Apparate zur Ferrotypie eingerichtet.

1) Buehler, Atelier und Apparat des Photographen. 1867. S. 177.

Die Camera Fig. 500 des Busch'schen Apparates besteht aus einer feststehenden Bahn *A A*, in welcher die Cassette horizontal verschiebbar ist, und aus einem hölzernen mit einer Klappe verschliessbaren Kasten *b b*. Letzterer enthält die Objective, welche in drei Reihen über einander geordnet sind. Die kurze Brennweite der hierbei verwendeten Linsen und die Uebereinstimmung, welche unter einer so grossen Anzahl von Objectiven bei Anwendung eines hölzernen Fassungsträgers nicht

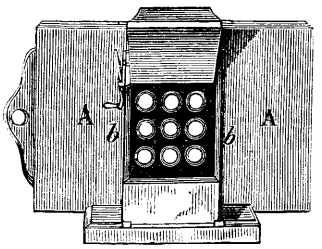
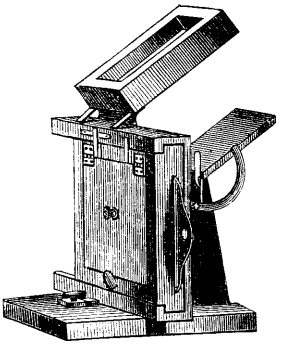


Fig. 500.



Medaillon-Apparat. Fig. 501.

wohl zu erhalten wäre, macht es nöthig, sämmtliche Objective auf eine starke Messingplatte aufzuschrauben. Aus demselben Grunde müssen auch, was wir hier erwähnen wollen, die Aufnahmen dieser Bilder auf Spiegelglas gemacht werden.

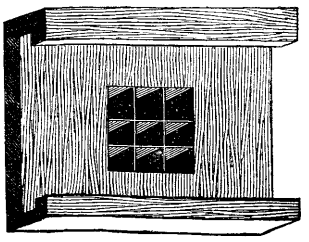


Fig. 502.

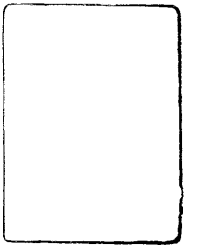


Fig. 503.

Medaillon-Apparat.

Fig. 502 zeigt den Apparat von der Seite mit geöffneter Klappe, aufgeschlagener Visirscheibe und eingeschobener Cassette. Letztere ist horizontal verschiebbar, so dass auf einer Platte 18 Bilder erzeugt werden können. Eine bei der Verschiebung einspringende Feder bestimmt die Stellung der Cassette.

Fig. 502 zeigt die Cassettenbahn und in derselben die Fächereintheilung des Camera-Innern, Fig. 503 die Bildgrösse.

In Fig. 504 und 505 ist eine neuere amerikanische Ferrotyp-Camera abgebildet, mit 9 auf einer Metallplatte befestigten kleinen Porträt-Objectiven (Petzval's System), ausziehbarer Balgcamera und Vorrichtung zum Verschieben der Cassette.

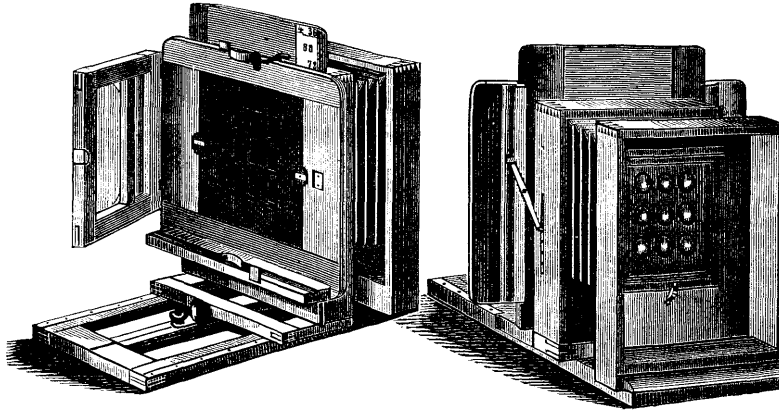


Fig. 504. Medaillon-Apparat. Fig. 505.

Ganz ähnlich sind die Cameras eingerichtet, welche zu den sog. „Briefmarken-Porträten" dienen, d. h. kleine Porträtphotographien in der Grösse der gewöhnlichen Briefmarken. Fig. 506 stellt Hyatt's (St. Louis, Amerika) Briefmarken-Camera dar, welche im Juli 1887 ein amerikanisches Patent erhielt. Man arbeitet mit 25 kleinen Objectiven und das zu reproducirende Bild ist direct am Camerabrett befestigt.

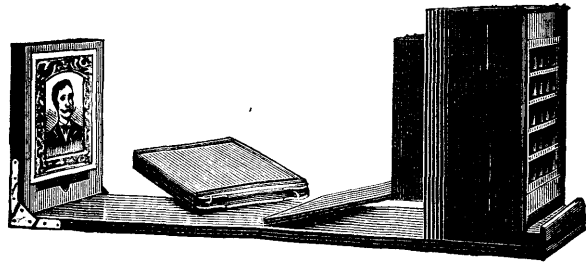


Fig. 506. Briefmarken-Camera.

VII. Der Polyconograph.

Der Polyconograph von J. Dubosq ist darauf berechnet, den Photographen in den Stand zu setzen, eine grosse Zahl von Bildern auf einer einzigen Platte während einer Reise zu erhalten; demzufolge hat er diesen Apparat „Reise-Policonograph" genannt. Der Apparat besteht aus der Camera, dem Dreifuss und der Cassette (Fig. 507). Das Objectiv LL ist in Gestalt eines Telescopes. An der Basis befindet sich

ein mattes Glas. *P* ist eine grosse Camera; bei Fig. 507 befindet sich eine Reihe von 5 doppelten Cassetten, deren Schieber sich in entgegengesetzter Richtung bewegen. In einer Reihe können drei Partien blossgelegt werden; somit sind auf der ganzen Platte 15 Aufnahmen möglich. Wenn das Objectiv auf der matten Scheibe des Telescopes eingestellt ist, so ist es auch auf der empfindlichen Platte. Der Photograph wählt mittels des Telescopes die Landschaft, stellt ein, nimmt das Objectiv herab, befestigt es an der ersten Reihe, dreht den Schieber auf und macht eine Aufnahme etc. [1])

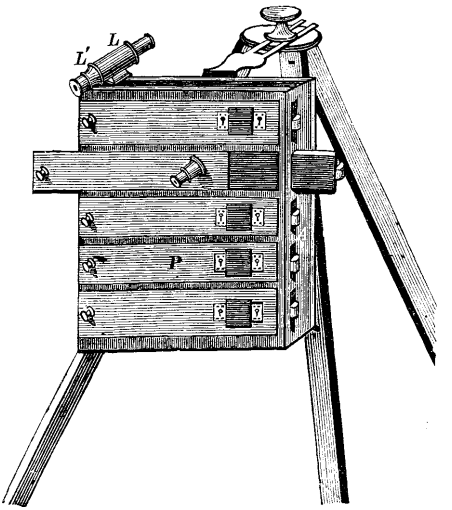


Fig. 507. Dubosq's Polyconograph.

Southworth in Boston liess sich 1855 einen Apparat patentiren, der nicht weniger als 50000 Photographien in der Stunde liefern sollte. Der Apparat (Fig. 508a, b und c) hatte 4 kleine Objective, welche kleine Bildchen von $^1/_4$ Quadratzoll gaben. Nach jeder Exposition rückte die Platte um ein Stück weiter und so fort, bis die ganze Platte mit Bildern bedeckt war [2]). In Fig. 508a zeigt die vordere Ansicht des Apparates mit den Objectiven; Fig. 508*b* ist eine Seitenansicht; Fig. 508c die Rückseite. Somit konnten auf einer Platte von 12×15 Zoll 616 Negative erhalten werden. Southworth rechnete, dass er von 10 Platten 6160 Negative erhalte und in einer Stunde mehr als 50000 Bilder abziehen könne.

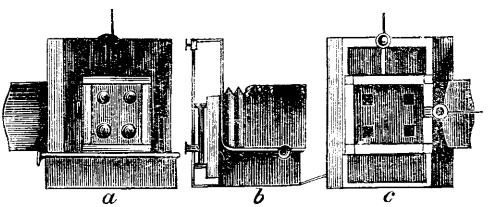


Fig. 508. Southworth's Apparat.

Ein von Le Roy (1889) erfundener Apparat (Bull. Soc. franç. Phot. 1889. S. 51) ist auf dasselbe Princip wie der Dubosq'sche Polyconograph gegründet. Er ist ein Momentapparat mit fixer Einstellung und besteht aus einem Rahmen, der sechs separirte Platten enthält,

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 159; aus Bull. Soc. franç. Bd. 7, S. 201.

2) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 139; aus Seely Americ. Journ. Bd. 4, S. 88.

und einem conischen Objectivträger nebst einem Sucher. Das Objectiv wird über jener Abtheilung der Cassette befestigt, deren Platte man be-

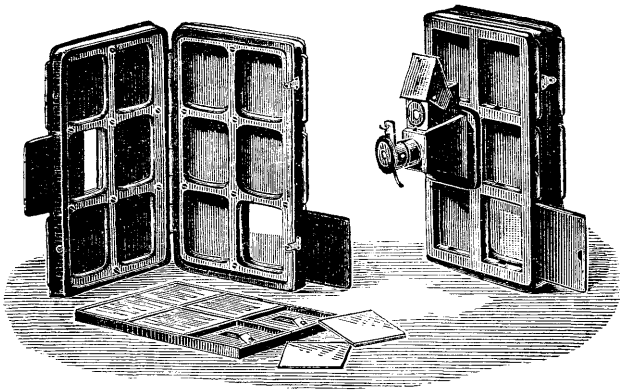


Fig. 509.

lichten will, man zieht den Cassettenschieber weg und exponirt (s. Fig. 507 und 508). Einen ähnlichen Apparat erfand Gorde und nannte ihn „Vélographe“ (Fig. 509) (Bull. Soc. franç. 1888. S. 296).

ZWEIUNDZWANZIGSTES CAPITEL.

DIE REISE-CAMERA.

Zusammenlegbare Cameras, sogenannte Reise-Cameras, welche leicht zu verpacken und bequem zu handhaben sind, besprachen schon Plaut[1]) und Talbot[2]) im Jahre 1852 und construirte Willat[3]) in demselben Jahre

Durch die Einführung der Trockenplatten wurde die Construction der Reise-Apparate wesentlich vereinfacht und das Gepäck des Touristen reducirt.

Man stellt an eine gute Reisecamera verschiedene Anforderungen, namentlich:

1. Geringes Gewicht und kleines Volumen.

2. Gute Stabilität bei der zum Gebrauch aufgestellten Camera. Es sollen sowohl die Cameratheile unter sich, als auch die Verbindung mit dem Stativ fest sein.

3. Die Visirscheibe soll gut gesichert sein und nach beendigtem Einstellen an der Camera selbst versorgt werden können, damit sie beim Arbeiten im Freien nicht mit Sand, Feuchtigkeit etc. in Berührung kommt.

4. Das Objectivbrett soll nach oben und unten verschiebbar sein.

5. Die Camera muss einen genügend langen Auszug haben und zwar ungefähr doppelt so lang als die längste Seite des grössten Platten-

[1]) Cosmos I, S. 653.

[2]) Cosmos II, S. 52.

[3]) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 125, S. 180.

formates, für welches die Camera bestimmt ist. Z. B. bei einer Camera für Platten 13 × 18 cm soll der Auszug 30 bis 40 cm lang (oder noch länger) sein, um Objective mit langer Brennweite verwenden zu können.

6. Die Camera muss sich so eng zusammenschieben lassen, dass auch Weitwinkelobjective von sehr kurzer Brennweite verwendet werden können d. h. beiläufig die Hälfte der längsten Plattenseite, für welche die Camera dient, z. B. soll eine Camera für das Plattenformat 13 × 18 cm ungefähr auf 9 cm zusammengeschoben werden können.

7. Im Allgemeinen haben einfache Cameras eine Einstellbewegung an der Rückwand oder an der Vorderwand. In letzterem Falle soll sich das Vordertheil jedenfalls so weit nach vorne schieben lassen, dass bei Weitwinkelaufnahmen der hervorragende Theil des Laufbrettes nicht mehr im Bilde erscheint. — Kostspielige Cameras haben häufig sowohl den Vorder- als den Rücktheil beweglich.

8. Bei einfachen Cameras ist der Vorder- und Rücktheil der Camera in unverrückbar senkrechter Stellung zum Camera-Bodenbrett angebracht. — Bei universelleren, kostspieligeren Apparaten muss man aber verlangen, dass die Rückwand (mit der Visirscheibe) sich sowohl gegen die Horizontale als Verticale schräg neigen lasse und dass womöglich auch die Vorderwand zu neigen ist. — Cameras, bei welchen die Hinterwand senkrecht und nur den Vordertheil zu neigen und schräg zu stellen ist, sind gleichfalls häufig in Anwendung.

9. Die Camera muss derartig eingerichtet sein, dass man schnell und bequem sowohl Hoch- und Querbilder aufnehmen kann, was auf verschiedene Weise zu erreichen ist (s. u.).

Diesen Anforderungen entsprechen die im Handel vorkommenden Reise-Cameras bald in der einen, bald in der anderen Richtung, selten in allen Punkten, wobei zu berücksichtigen ist, dass bei der Construction von derartigen Apparaten vor allem der Preis, welcher dafür bezahlt wird, in Betracht zu ziehen ist.

I. Einfache Reise-Camera, bei welcher die Vorder- und Rückwand keine Schrägstellung zulässt.

Bei den einfachsten und billigsten Reise-Cameras ist sowohl die Vorder- als auch die Rückwand in senkrechter Stellung auf dem Bodenbrette befestigt. Das letztere ist bei *a* mit einem Scharniere versehen (Fig. 510) und kann beim Zusammenlegen des Apparates aufgeklappt werden (Fig. 511). Bei *b* wird die Camera am Stativ befestigt. Die

Rückwand ist beweglich und kann bei *c* festgeklemmt werden. Auch bei diesen ganz einfachen Apparaten soll das Objectivbrett zu heben oder senken sein und soll die Aufnahme von Hoch- und Querbildern gestatten. Solche Modelle finden sich in zahlreichen Varianten im Handel vor und repräsentiren den Typus billiger Cameras, deren Preis sich um 40 bis 80 Mark bewegt.

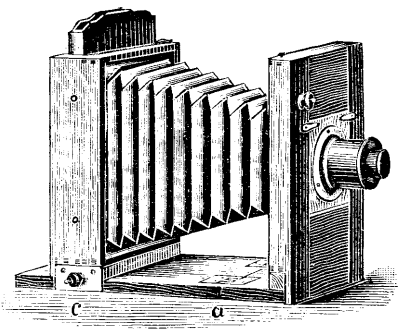


Fig. 510. Reise-Camera.

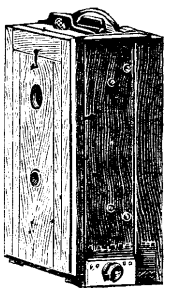


Fig. 511.

Camera's mit nach vorn verengtem Blasebalg und oblonger Vorder- und Rückenwand lassen sich sehr bequem zusammenlegen und sind deshalb als „Reise-Cameras" beliebt.

Die Construction ist alt. Sie war schon vor mehr als 20 Jahren allgemein bekannt und ist noch heute im Gebrauch. Fig. 512 zeigt die

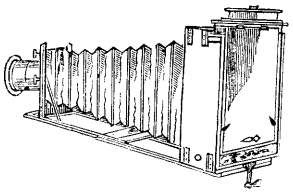


Fig. 512.

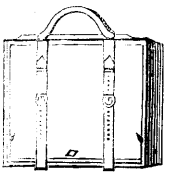


Fig. 513.
Reise-Camera.

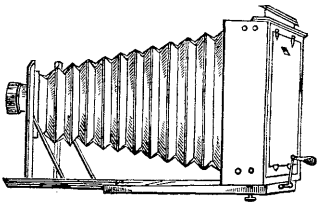


Fig. 514.

Form, welche [nach Meagher[1])] ursprünglich von Kinnear erfunden worden war. Die Camera Fig. 512 gestattet eine Neigung des Objectivbrettes und der Visirscheibe, sowie eine Seitenbewegung derselben. Das Grundbrett kann nach dem Zusammenschieben des Blasebalges aufgeklappt und der Apparat nach Fig. 513 verpackt werden.

[1]) Gelesen in der Süd-Londoner Phot. Gesellsch. am 18. October 1860. Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1861. Bd. 4, S. 118. Brit. Journ. of. Phot. Bd. 7, S. 315.

Aehnliche Apparate construirten Rouch, welcher den conischen Körper aus Plüsch machte; Shepherd benutzte wasserdichtes Zeug; Melhuish machte das Rahmenwerk und den Schieber aus Metall. Ottewill wählte die Form, wie sie Fig. 514 zeigt. Das Grundbrett liess sich durch eine endlose Schraube richten [1]).

In der Regel sind derartige Cameras mit drehbarem Balg eingerichtet, wie dies auf S. 456 und 462 genauer beschrieben ist. Es weisen die modernen Cameras eine sehr verschiedenartige Mechanik der Bewegung auf.

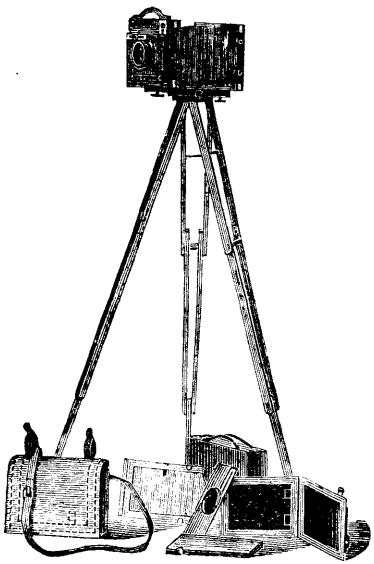


Fig. 515. Reise-Camera.

Fig. 515 zeigt eine einfache Reise-Camera, bei welcher das Objectivbrett sowohl nach oben als auch nach seitlich verschiebbar ist, sammt dem Stativ, Cassette und Kofferchen.

Damit man das Rücktheil der Camera je nach Bedarf leicht hoch und querstellen kann, wird der Balg häufig drehbar gemacht und Fig. 516 und 517 zeigt diese Einrichtung bei David's Reise-Camera (Lechner, Wien).

Nach Lüftung der beiderseits der Camera befindlichen Hakenschienen klappt man den eigentlichen Körper der Camera auf; sobald dieser in verticale Lage gelangt ist, wird ein im Laufbrett befindliches, verschiebbares Brettchen vorgeschoben, bis es an die Wand des Vordertheiles anstösst. Dadurch, dass das erwähnte Brettchen in entsprechende Falze unter dem Vordertheile der Camera eingreift, wird letzteres mit dem Laufbrett fest verbunden und gleichzeitig in einer darauf senkrechten Stellung festgehalten. Der Camera-Hintertheil kann nunmehr in den Führungen des Laufbrettes so weit nach rückwärts geschoben werden, bis das im unteren Rahmstück des Hintertheiles befindliche Gewinde von der Schraubenspindel des Laufbrettes erfasst wird. Durch Rechtsdrehen der Spindel schiebt sich nun der Hintertheil noch weiter zurück (Fig, 516) und lässt sich in jede für das „Einstellen" nothwendige Stellung bringen. Die aufgestelle Camera ist jetzt „hochgestellt", d. h. die längere Dimension steht aufrecht, eine Lage, wie sie zur Aufnahme von einzelnen Personen und von Landschaftsbildern, deren Höhendimension grösser als die Breitendimension ist, nothwendig wird. Für gewöhnliche Landschaftsbilder und Gruppen ist eine „Querstellung" des Hintertheiles nothwendig; diese wird bei vorliegendem Apparate (Fig. 516) dadurch erzielt, dass man den Hintertheil soweit nach vorwärts schiebt, bis er an den Vordertheil stosst, ihn dort vom Laufbrett abhebt, um 90 Grad dreht und wieder in die Führungsleisten ein-

[1]) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 102. Brit. Journ. of Phot. Bd. 7, S. 317.

schiebt. Die Verbindung mit der Einstellspindel geschieht so wie oben angegeben. Um diese Manipulation zu ermöglichen, ist einmal der Auszug nicht fest mit dem Vordertheile verbunden, sondern an einem Metallring befestigt, welcher von einem am Vordertheile der Camera angebrachten zweiten Ringe derart festgehalten wird, dass eine Drehung des ganzen Auszuges möglich wird, weiter sind die Führungsleisten des Laufbrettes nahe dem Vordertheil unterbrochen, so dass dort der Hintertheil abgehoben werden kann; endlich ist sowohl an einer langen, als an einer kurzen Seite des Hintertheiles je ein Brettchen befestigt, welches ein Gewinde für die Spindel enthält, und an dessen Rändern Messingschienen sich befinden, welche in die Nuthen der Führungsleisten des Laufbrettes eingreifen. Da bei quergestelltem Hintertheile die ursprüngliche Stellung des Objectives (Fig. 516) zu hoch wäre, muss das Objectivbrett etwas gesenkt werden. Hierzu ist an der Wand des Vordertheiles (Fig. 517) eine Klappe von der Breite des Objectivbrettchens mit Charnieren befestigt, welche herabgelassen wird; hierdurch wird der zum Senken des Objectivbrettchens nöthige Raum gewonnen.

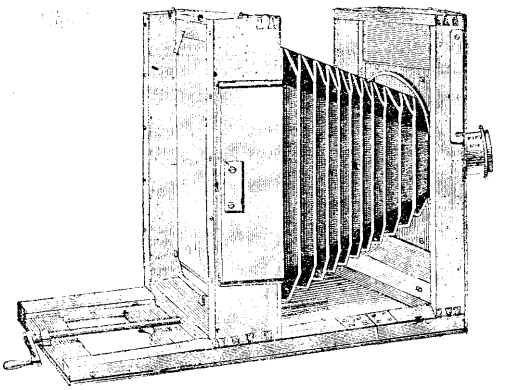


Fig. 516. Reise-Camera.

Behufs Einstellens wird die am Apparate befindliche Cassette (Fig. 517) ausgehoben und dann die rückwärts befindliche Visirscheibe vorgeschoben (siehe Fig. 516); die Visirscheibe wird in dieser Stellung einerseits durch die beiden seitlichen Haken, andererseits durch einen im unteren Rahmenbrett befindlichen conischen Holzzapfen, welcher in eine gleichgeformte Höhlung des Visirscheiben-Rahmens eingreift, festgehalten. Nach dem Einstellen wird die Visirscheibe wieder zurückgestellt und in den nun freien Raum die Cassette, wie dies in Fig. 517 angedeutet ist, eingeschoben.

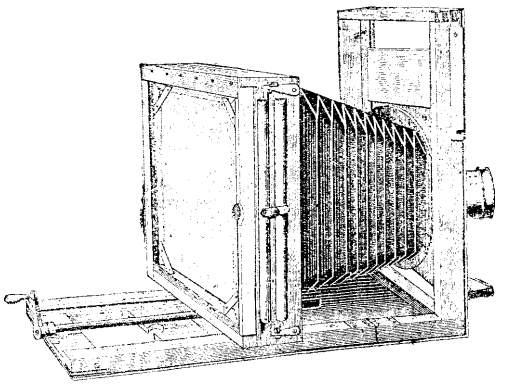


Fig. 517. Reise-Camera.

Aehnliche einfache Cameras liefern zahlreiche Fabriken photographischer Cameras, z. B. Wanaus (Wien) A. Moll (Wien), und viele andere, namentlich auch deutsche Kunsttischlereien.

Eine in Frankreich seit ungefähr 1880 sehr verbreitete (insbesondere von Enjalbert in Paris erzeugte) Camera, welche gleichfalls einen drehbaren Balg besitzt, ist in Fig. 518 und 519 abgebildet. Die Camera-

Rückwand wird durch Metallknöpfe in entsprechende Vertiefungen des Bodenbrettes (nach Art eines Bajonettverschlusses) befestigt. Je nachdem man die Camera in eine weiter vorne oder rückwärts angebrachte Vertiefung einsteckt, kann man den Camera-Balg verschieden lang machen und überdies durch ein leichtes im eigentlichen Lauf-Boden verschiebbares Brett (mit Zahntrieb) beliebig verstellen. Die Visirscheibe befindet sich an Scharnier-Bändern und wird nach beendigter Einstellung beiseite geklappt. Fig. 518 zeigt die Camera in offenem, Fig. 519 in geschlossenem Zustande. Die Camera ist sehr compendiös und besitzt einen langen Auszug. Sehr gute Cameras nach dieser Form erzeugt Wanaus in Wien.

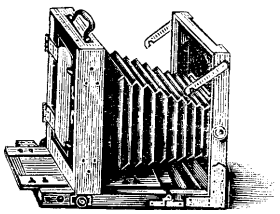


Fig. 518.

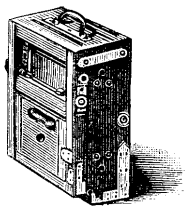


Fig. 519.

Reise-Camera.

Andererseits werden die Cameras häufig der Einfachheit halber quadratisch gebaut und besondere Vorrichtung zum Zusammenklappen angebracht, wovon Dr. R. Krügener's (Bockenheim bei Frankfurt a. M.) neue Reise-Camera (1891) zu erwähnen ist.

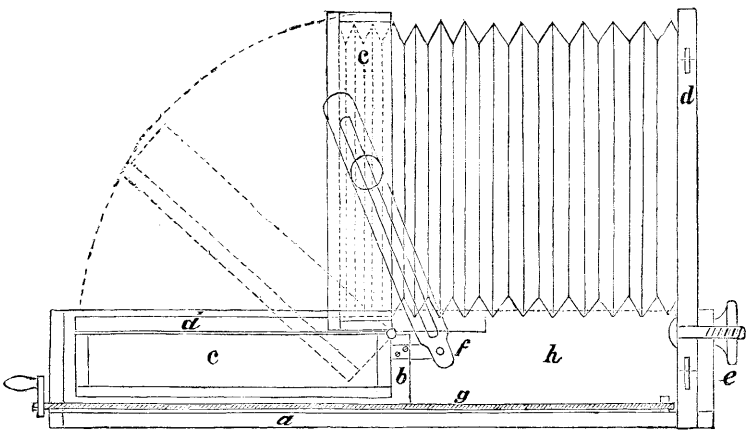


Fig. 520. Reise-Camera.

Diese compendiöse Camera bildet zusammengelegt eine ganz flache Tasche, welche direct auf das Stativ aufgeschraubt wird und in welche die Camera so einmontirt ist, dass ein einfaches Aufrichten des Hintertheils *c* und Einstecken des Vorderbrettes *d* zwischen die Schraube *e* dieselbe zur Aufnahme bereit sein lässt. Der die Tasche bildende Rahmen *a* hat ungefähr die doppelte Länge des quadratisch gebauten Hintertheils, so dass die Cassetten anstatt wie sonst üblich auf der Camera, der Länge nach

neben derselben ihren Platz im Raume *h* haben. Der Rahmen *a*, also die Tasche selbst, dient bei der neuen Camera als Laufbrett und gleitet das winklige Querstück *b*, an welches das Hintertheil *c* mittels Charniere befestigt ist, über den Boden der Tasche (das Laufbrett) hin, welche Bewegung durch die höchst sorgfältig geschnittene dreigängige Spindel *g* mittelst Drehen der Kurbel bewerkstelligt wird. Richtet man das Hintertheil *c* auf, so kommt dasselbe in die Mitte des Laufbrettes zu stehen und es bedarf nur einer geringen Verschiebung vor oder zurück, um für einen Aplanaten oder Antiplaneten 13 × 18 einzustellen. Für längere Brennweiten kann das Hintertheil bis zum Ende der Tasche resp. Laufbrettes ausgeschraubt werden, was mit Hilfe der Kurbel schnell zu bewerkstelligen ist, und umgekehrt kann eine allerkürzeste Brennweite benutzt werden.

Das Vorderbrett, welches das Objectiv trägt, ist nach unten verlängert und diese Verlängerung hat in der Mitte einen Schlitz, der unten offen ist, so dass man das Brett zwischen dem Schraubenkopfe und dem aufstehenden Rande der Tasche mit Hilfe der Schraube *e* einklemmen kann. Das Höher- oder Tieferstellen des Vorderbrettes ist gleichbedeutend mit der sonst üblichen Verschiebung, welche gewöhnlich besonders aufgesetzt ist.

An der Innenseite des Vorderbrettes ist ein eigenartiger Momentverschluss angebracht, der für alle Arten von Objectiven passt und auch zu Stereoscop-Aufnahmen, für welche die Camera eingerichtet ist, verwendet werden kann. Der Verschluss kann auch zu Zeitaufnahmen dienen, und wird derselbe mittels Luftdruck ausgelöst.

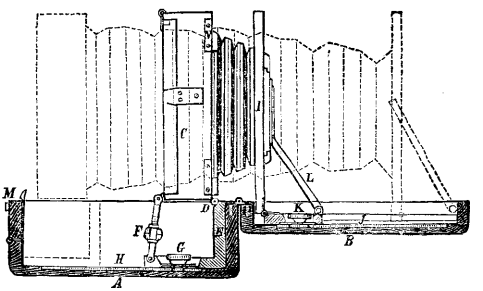


Fig. 521. Camera in Kofferform.

Im Innern der Tasche, im Raume h_1 haben neben den Cassetten ein oder mehrere Objective Platz nebst den betr. Objectiv-Brettchen. Da die Camera quadratisch gebaut ist, so kann die Mattscheibe für Hochaufnahme umgedreht werden. Die aufklappbaren Doppelcassetten sind zum Einsetzen (nicht zum Einschieben) eingerichtet und sehr leicht und solide gearbeitet. Die Schieber lassen sich umlegen.

Der Rahmen, welcher als Laufbrett dient und der ganzen Tasche die Form gibt, ist mit Segeltuch und durch Lederkanten und Nieten gegen Stoss vollkommen geschützt. Die Klappe, mit welcher die Tasche geschlossen wird, hat an der inneren Seite drei flache Mappen und können in diesen noch drei weitere Doppelcassetten untergebracht werden. Auch findet hier ein wasserdichter dünner Ueberzug seinen Platz, der für den Fall eines Regens die Tasche mit der Camera vollkommen wasserdicht umgibt.

Woodbury's Camera in Kofferform bildet zusammengeschlagen einen Kasten aus polirtem Mahagoniholz von 25 × 20 × 9 cm mit Ledergriff und Selbstverschluss. Beim Oeffnen des Kastens *AB* bildet dieser die Basis der darin befindlichen Balg-Camera *CJ*, die nur aufgerichtet zu werden und mit den Schrauben *G* und *K* fixirt zu werden braucht. Die Camera besitzt alle erforderlichen Verstellungen, Triebwerk zum Einstellen und ist hoch oder quer zu gebrauchen. Die Entfernung zwischen Visirscheibe und Objectivbrett lässt sich von 6 cm bis zu 30 cm erweitern; letzteres ist zum Hoch- und Niedrigstellen. Fig. 521 stellt die Camera dar; die punktirten Linien deuten sie völlig ausgezogen an.

Civiale[1]) benutzt eine Reise-Camera und Stativ wie in Fig. 522 bis 526. Die Basis der Camera Fig. 522 besteht aus einem Holzrahmen, der durch Kreuzstücke AA, BB, verstärkt wird; er ist bei FFF zusammenlegbar. CC und DD dient zum Befestigen der Camera mit Schrauben.

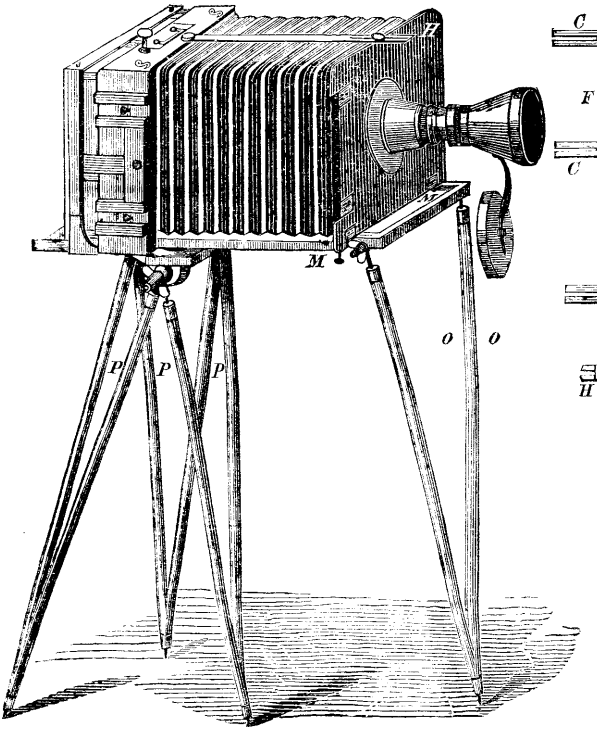


Fig. 522.

Civiale's Camera.

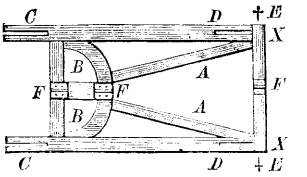


Fig. 523.

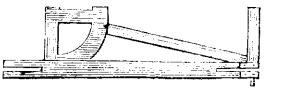


Fig. 524.

Fig. 525.

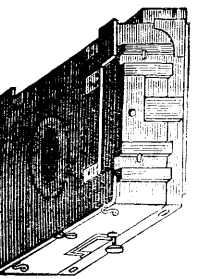


Fig. 526.

II. Reise-Cameras mit Schräg-Stellung der Vorder- oder Rückenwand.

Allerdings ist es in der Mehrzahl der Fälle bei der Landschaftsphotographie nothwendig, die Vorder- und Rückwand der Camera senkrecht am Bodenbrett zu belassen und man erhält in der Regel die richtigste Perspective, wenn man überhaupt die Achse der ganzen Camera horizontal stellt, sobald es sich um die Aufnahme von Architecturen handelt (s. S. 251). Unter Umständen erscheint aber die Schrägstellung der empfindlichen Platte zur Objectivachse wünschenswerth:

1. Wenn man die Schärfe zwischen einerseits sehr nahen und andererseits sehr fernen Gegenständen, welche schräg in die Tiefe verlaufen, ausgleichen will, in welchem Falle man sie um eine verticale Achse dreht.

[1]) Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1861. Bd. 4, S. 101; aus Phot. News. Bd. 4, S. 63.

2. Wenn der aufzunehmende Gegenstand sehr hoch oder sehr tief ist, so dass man bei horizontaler Camerastellung trotz der Verstellung des Objectivbrettes nicht mehr ausreicht, sondern die Camera schräg stellen muss, in welchem Falle man durch Neigen der Visirscheibe das Bild verbessert, wie bereits auf S. 251 angegeben wurde. Bei Interieuraufnahmen würden nämlich die parallelen Linien unrichtiger Weise nach oben zusammenlaufen, sobald man die Camera schräg nach oben richtet; durch passendes Neigen der Visirscheibe bewirkt man den correcten Verlauf der Linien im Bilde.

Wenn man auch als Regel zu beachten hat, dass das Schrägstellen der Visirscheibe thunlichst zu unterlassen ist, so verwendet der geübte Landschaftsphotograph dennoch diesen Vorgang als gutes Aushilfsmittel in schwierigen Fällen, einerseits um das ganze erforderliche Bild auf die Platte zu bringen, andererseits um die Schärfe des Bildes auf der Visirscheibe auszugleichen.

Gegenwärtig wird häufig mit Recht auch bei billigen Sorten von Cameras gefordert, dass sich die Vorder- oder Rückwand um eine horizontale Achse schräg stellen lässt; häufig lässt sich auch die Rückwand um eine verticale Achse drehen.

A. Camera mit oblonger Rückwand und drehbarem Balge.

Als Beispiel einer vortrefflichen Camera der oben genannten Kategorie wird im Nachfolgenden die Reisecamera von Wanaus in Wien (VI. Kanalgasse) ausführlich beschrieben, weil sie durch sinnreiche Construction, compendiöse Form und geringes Gewicht bei grosser Solidität empfohlen zu werden verdient.

In Fig. 2 ist die Seiten- und Vorderansicht gegeben. Das Stativ *a* ist dreitheilig und an den beweglichen Endtheilen durch Messingbeschläge befestigt (*b*). Am Stativkopf bei *b* ist ein Zinkring angebracht, in welchem ein anderer Zinkring am Bodenbrett der Camera passt, so dass sie beim Auflegen leicht zum Zusammenfallen gebracht werden können; die Schraube des Stativkopfes fasst dann mit Leichtigkeit, ohne vieles Suchen, die Mutter des Bodenbrettes.

Das Vordertheil *c* der Camera ist beweglich und kann mittels der Schraube bei *k* in der gezähnten Messingleiste des Bodenbrettes nach vorne und rückwärts bewegt werden.

Die Schraube bei *k* hat einen doppelten Schraubenkopf, wovon der eine über den anderen hervorragt; der eine dient zum Bewegen des Vordertheiles des Camera an der gezähnten Leiste des Bodenbrettes, der andere fixirt es in jeder gewünschten Stellung. Lüftet man die Klemmschraube *f*, so kann mittels der Schraube *e* da ganze Vordertheil nach

vorne oder rückwärts geneigt werden. Die Spitze der Messingplatte, durch welche alle diese Schrauben gehen, zeigt an einer Marke die verticale Stellung und den Grad der Neigung an.

Soll der Vordertheil mit dem Objectiv gehoben oder gesenkt werden so lüftet man die Klemmschraube *h* und hebt oder senkt durch die gezähnte Schraube *g* das Brett. Soll nach unten zu Raum geschaffen werden, damit man das Objectiv bedeutend senken kann, so klappt man das Brettchen *i* heraus.

Auch der Hintertheil der Camera mit der Visirscheibe ist beweglich. Er gleitet auf Messingplatten, welche trotz ihrer Stärke noch so viel Elasticität haben, dass sie durch Anziehen der durchgehenden Schraube *k'* sich etwas nähern und dadurch an die mit Messing ausgekleideten Seiten des Bodenbrettes angepresst und festgehalten werden. So wird die grobe Einstellung besorgt; die Schraube am Vordertheil ermöglicht die feine Einstellung.

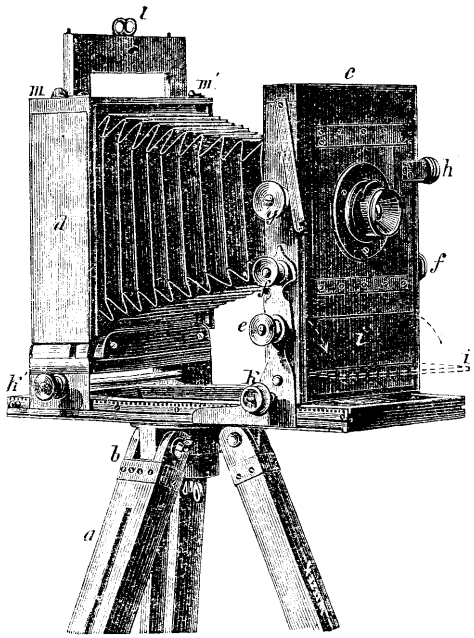


Fig. 527. Reise-Camera von Wanaus.

Der hintere Theil ist so geräumig, dass er die matte Scheibe *l* aufnimmt. Hebt man diese so weit, wie in Fig. 528 angedeutet ist (ohne sie ganz herauszuheben), so kann man sie nach rückwärts schieben und an Stelle der Visirscheibe eine Doppelcassette einschieben.

Zwei Haken *mm'* drücken die Visirscheibe (eventuell die Cassette) in unbeweglicher Lage an die richtige Stelle der Camera. Der ausziehbare Balg verengt sich nach vorne zu.

Fig. 528 zeigt die Rückansicht der Camera. Die oben erwähnten Haken *mm'* halten die Visirscheibe *l* fest. Der rückwärtige Theil der Camera *d* kann aus der Unterlage herausgehoben werden. Die Unterlage ist nämlich zweitheilig. Die Schraube *n* bewegt den Theil *o* und dadurch entfernen sich die daran befestigten Messingplatten, welche den Hintertheil der Camera festgeklemmt hielten. Der Theil *d* kann demzufolge herausgehoben und in der Richtung des Pfeiles bewegt werden,

während dem der Blasebalg sich im Vordertheil dreht und der Bewegung folgt. So ist es möglich, Hoch- und Querbilder nach Wunsch zu erhalten.

Die Vollkommenheit der Camera wird noch dadurch erhöht, dass die Visirscheibe um eine verticale Achse drehbar ist, so dass sie mittels der Schraube *m* entweder mit der rechten oder linken Seite dem Objectiv näher oder ferner gebracht werden kann.

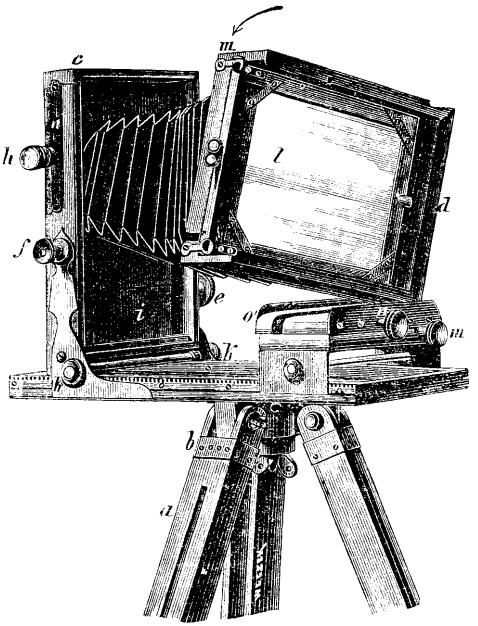


Fig. 528. Verstellbare Camera.

Soll die Camera zusammengelegt werden, so schiebt man Vorder- und Hintertheil möglichst zusammen und klappt das Bodenbrett auf; dieses legt sich ganz an die Camera an, so dass sich ein schmales, viereckiges Kästchen bildet, welches durch die Metallklappe *n* zusammengehalten wird.

Die zusammengelegte Camera kommt mit sechs bis zwölf Doppelcassetten in einen kleinen Koffer. Die Cassetten sind aus verlässlichem Carton und Holzleisten construirt, es haben sich diese als das leichteste Material bewährt und längere Erfahrungen sprechen für die Dauerhaftigkeit. Die

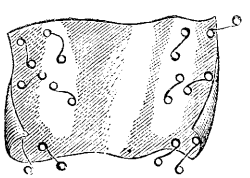


Fig. 529.

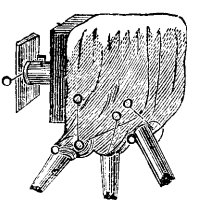


Fig. 530.

Umhüllung der Camera in der Sonne.

Camera ist auch mit doppelt ausziehbarem Bodenbrett versehen, ähnlich wie in Fig. 531 angedeutet ist.

Oft muss der Apparat, völlig bereit zur Aufnahme, längere Zeit im Sonnenlichte stehen. Der Cassettenschieber ist geöffnet, die Feder des Momentverschlusses gespannt und man wartet den geeigneten Zeitpunkt

zur Belichtung ab. Unter solchen Umständen wird die Platte selbst in den sorgfältigst gearbeiteten Apparaten einer Verschleierung ausgesetzt sein, indem ein Schimmer fremden Lichtes durch eine Ritze in die Camera treten und die Platte verderben kann.

Deshalb ist es dringendst zu empfehlen, die Camera mit einem dichten schwarzen Tuch (Fig. 529 und 530) zu bedecken, unter dessen Schutz man sie ohne Sorge im grellen Sonnenlicht stehen lassen kann. Die Cassetten mit den Platten sollten gleichfalls mit einem Tuch bedeckt werden, wenn man sie vom Koffer zur Camera und zurückbringt.

Die Courier-Camera von Harbers in Leipzig lässt sich zusammenklappen und besitzt einen herauszuschiebenden Theil (*a*), welcher bei *d*

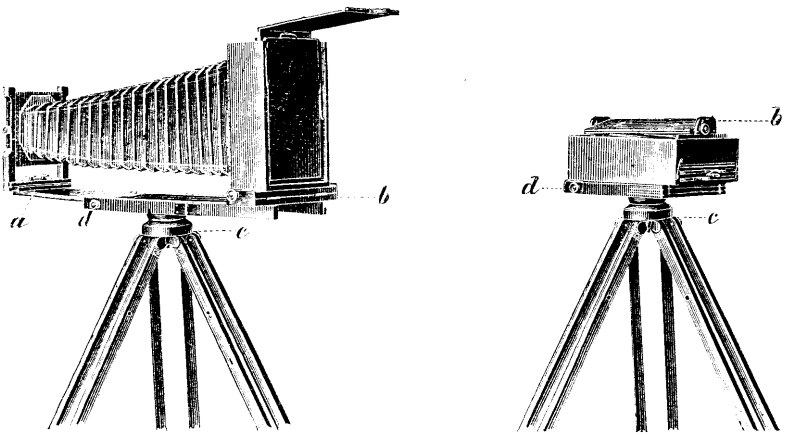


Fig. 531. Reise-Camera. Fig. 532.

festgeklemmt werden kann. Fig. 531 zeigt die Camera in auseinandergezogenem, Fig. 532 in zusammengelegtem Zustande. Der Auszug für das Format 13×18 cm ist $= 50$ cm [1]).

Der sehr empfehlenswerthe Reise-Apparat „Austria" von Dr. A. Moll in Wien besitzt gleichfalls einen drehbaren Blasbalg [2]).

Fig. 534 zeigt die Rückansicht, sowie die Einrichtung der Camera. Das Objectivbrett *A* ist nach auf- und abwärts beweglich und wird bei etwa sich ergebenden zu hohen oder tiefen Standpunkten jedes Neigen der Camera vermieden. Ausser dieser Bewegung ist bei *BB* eine Vorrichtung angebracht, wodurch die Visirscheibe um eine verticale Achse drehbar ist und kann dadurch entweder die rechte oder linke Seite der-

1) Eder's Jahrb. f. Photogr. für 1891. S. 84.
2) Eder's Jahrb. f. Photogr. für 1888. S. 296.

selben dem Objectiv genähert oder von demselben entfernt werden. Die Umstellung für Hoch- und Querbilder geschieht durch einfache Drehung des Balges unter Vermeidung aller Schrauben, die Fixirung des Camerahintertheiles durch den Zapfen *C*, der etwas hinter *BB* in den Rahmen eingreift.

Das Stativ ist ein Dreifuss mit verstellbaren Füssen; es ist zweitheilig zusammenzulegen und wird an einer Lederhandhabe getragen.

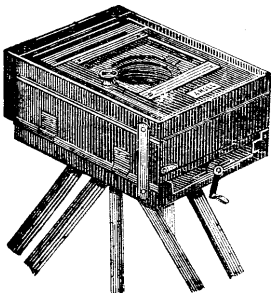


Fig. 533.

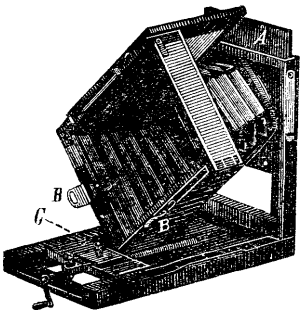


Fig. 534.

Die Stativschraube, die die Verbindung desselben mit der Camera vermittelt, ist an der letzteren fest gemacht und somit ist die Aufstellung des Apparates eine sehr einfache.

Eine sehr praktische und vielfach verbreitete Form gab der Schotte Max Kellen der Camera, welcher Typus auch der Reise-Camera von Werner in Wien zu Grunde liegt (in den Handel gebracht durch Lechner in Wien).

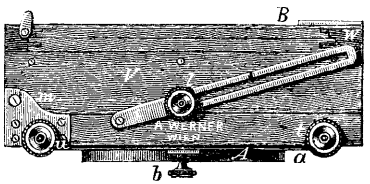


Fig. 535.

Werner's photographische Reise-Camera[1]) ist für die Zwecke des Landschafters und Touristen sehr geeignet, indem sie bei grosser Leichtigkeit genügende Stabilität besitzt, verpackt einen sehr kleinen Raum einnimmt, sehr rasch aufgestellt und wieder zusammengelegt werden kann. Als Material wurde für die Camera Mahagoniholz, für das Stativ Nussholz, für den Auszug Leder gewählt.

Die Camera sammt Stativ hat, für das Bildformat 12×16, ein Gewicht von 6,8 kg.

Charakteristisch bei diesem Apparat ist die Verbindung des Stativkopfes mit der Camera. Ersterer ist nämlich in einem kreisförmigen

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1888. S. 330.

Querschnitte des Laufbrettes drehbar angepasst, und wird mittels eines Messingringes daran festgehalten; eine Schraube dient dazu, nach bewirkter Drehung der Camera gegen den aufzunehmenden Gegenstand, diese in ihrer Lage zu fixiren. Der Stativkopf enthält sechs rechteckige Aushöhlungen, an deren einer Wand je ein Eisendorn befestigt ist. In den Aushöhlungen werden beim Aufstellen des Apparates die oberen Enden der Stativtheile gestützt, dieselben auf den Dornen aufgeschoben und dann mittels den an den Stativfüssen angebrachten Eisenspreizen verspreizt. Auf diese Weise ist schnell eine solide Verbindung zwischen Camera und Stativ hergestellt.

Sobald die Stativfüsse an der Camera befestigt sind, werden die Schrauben *ll* (Fig. 535) gelüftet und das Hintertheil, welches um die Achse *m* drehbar ist, und darauf das Vordertheil, welches auf dem Laufbrett aufliegt, aufgerichtet und mittels der Schraube *r* festgehalten.

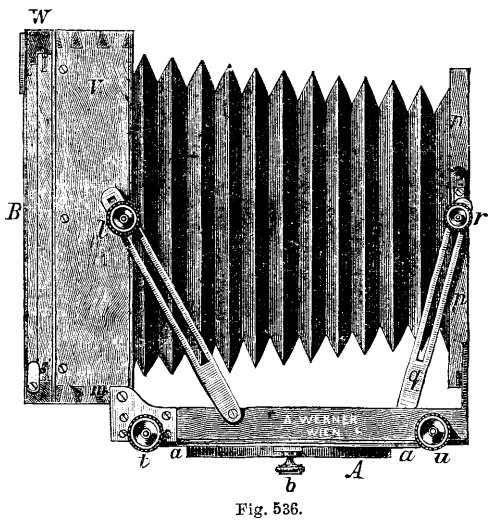


Fig. 536.

Das Vordertheil besteht aus drei Theilen: dem verschiebbaren Objectivbrett, 2 Seitenstücken *pp* (Fig. 536) und den geschlitzten Führungsschienen *gg*. Diese drei Bestandtheile sind durch die Schrauben *rr* in je einem Punkte miteinander vereinigt.

Zur Ausführung der nothwendigen Dehnungen oder Verkürzungen des Auszuges dient ein Einsatz *s* (Fig. 537), welcher in zwei entgegengesetzten Richtungen drehbar ist und zwar mittels der Schraube *u* nach vorn und mittels der Schraube *t* nach rückwärts. Die Fig. 537 zeigt die Camera mit vollem Auszug und gleichzeitig tiefster Stellung des Objectivbrettes.

Um Hoch- und Queraufnahmen zu machen, setzt man den Theil *W*, welcher die Visirscheibe trägt, in entsprechender Weise an den Theil *V* und eine an diesem sich befindliche Schnappfeder ermöglicht eine sofortige Fixirung. Die Camera lässt sich allen Erfordernissen der Praxis anpassen; so zeigt Fig. 538 die Stellung der Camera bei Aufnahmen von hochliegenden Objecten. Bei Aufnahmen von tiefliegenden

Objecten wird der vordere Stativtheil verkürzt und dann die Theile *W* und *O* in senkrechte Stellung gebracht.

Fig. 539 zeigt den Vorgang, wenn man zwei Aufnahmen von einer Platte zu machen beabsichtigt. Im Visirscheibenrahmen *W* ist ein in Falzen laufendes Brettchen beigegeben, durch welches die Hälfte der Platte abgedeckt werden kann. Will man auf der unteren Hälfte aufnehmen, so schiebt man das Brett nach oben und giebt der Camera die Stellung von Fig. 539; bei Aufnahmen auf der oberen Hälfte schiebt man das Brett nach unten.

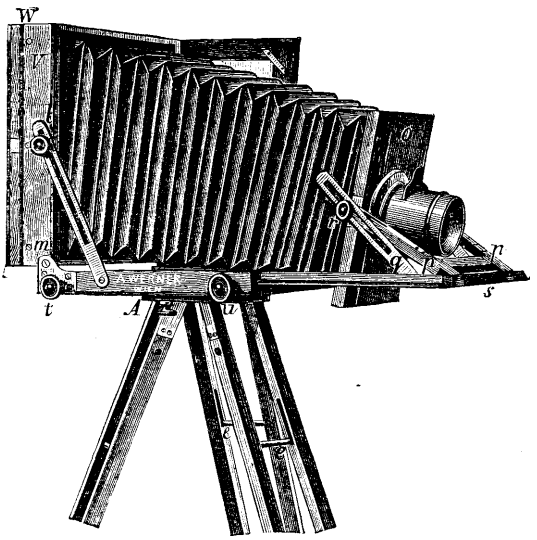


Fig. 537.

Die Cassetten sind aus Mahagoniholz und die Schieber jalousieartig gegliedert. Letztere können nur durch Druck auf eine Feder geöffnet werden und beim Zuschieben schnappt die Feder von selbst ein, wodurch ein zufälliges Oeffnen verhindert wird.

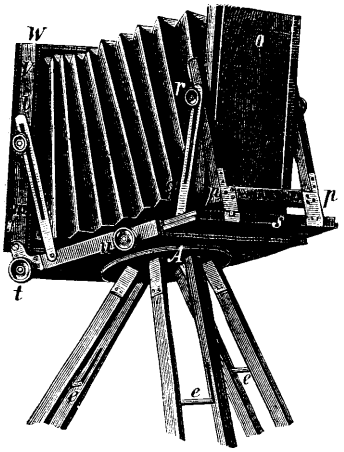


Fig. 538.

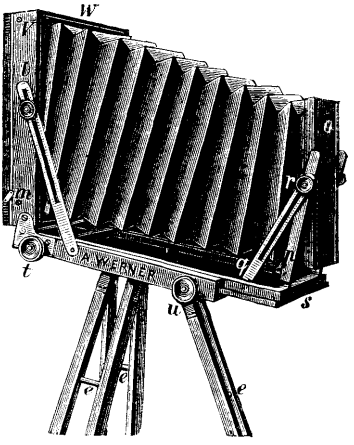


Fig. 539.

Auch Bernh. Wachtl in Wien (VII. Kirchberggasse) bringt gute Cameras nach diesem englischen Typus in den Handel (Fig. 540).

Bei dieser dem englischen Systeme sehr ähnlichen Camera ist das Objectivtheil mittels Trieb *A* ausziehbar (Fig. 540). Der Visirscheibenträger ist verstellbar und wird mittels Schraube *B* festgeklemmt. Diese Vorrichtung dient gleichzeitig zum Verstellen der Mattscheibe um die verticale Achse. Bemerkenswerth ist die Anordnung der Visirscheibe vermittelst eines Federnsystems; wenn diese heruntergedrückt wird, gelangt sie auf einen Ruhepunkt, wo sie selbstthätig in einiger Entfernung von der Camera verbleibt und das bequeme Einführen der Cassette gestattet, welche sie wiederum durch Lüften des Ruhepunktes vermittelst der Federkraft an die Camera andrückt.

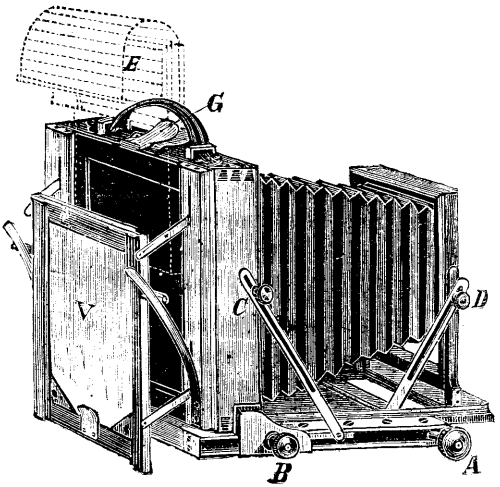


Fig. 540. Englische Reise-Camera.

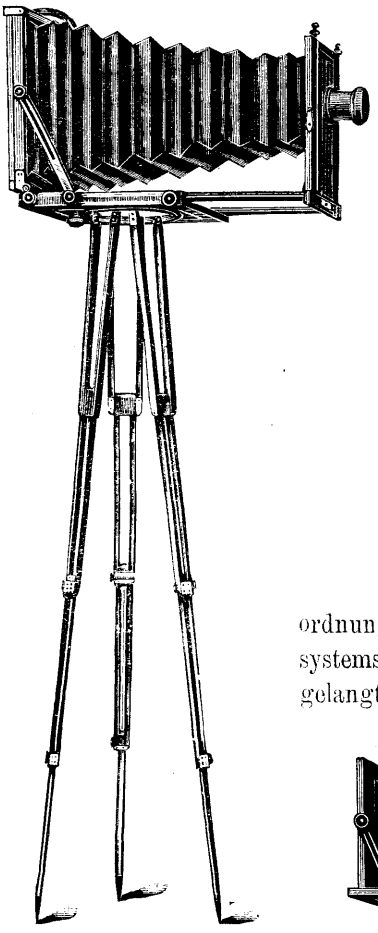


Fig. 541.

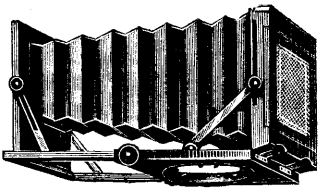


Fig. 542.
Englische Reise-Camera.

Fig. 543.

Nach dem Systeme dieser englischen von verschiedenen Fabrikanten ausgeführten Grundform der Camera sind viele Apparate theils früher, theils später construirt worden. Z. B. zeigt Fig. 541 und 542 zwei Cameras

der Firma Ross in London, wovon bei einer Form (Fig. 541) bloss die Rückwand geneigt werden kann, während bei der anderen Form sowohl

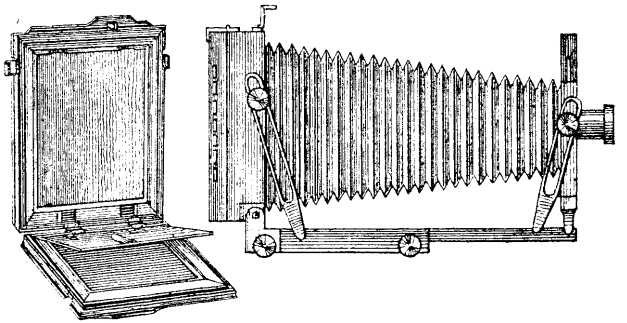


Fig. 544. Reise-Camera von Herbst & Firl.

Vorder- als Rückwand sich neigen lassen. Fig. 543 zeigt die Camera in zusammengelegtem Zustande.

Fig. 544 zeigt eine Reise-Camera von E. Herbst & Firl in Görlitz, welche ein bewegliches Vorder- und Rücktheil besitzt und für sehr kurze und sehr lange Brennweiten bestimmt ist; für eine Plattengrösse 18 × 24 cm kann z. B. die Camera für Auszüge von 7 cm bis 47 cm verwendet werden.

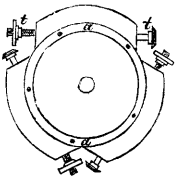


Fig. 546. Stativ-Kopf.

Jonte in Paris erzeugte mehrere gute Formen von Landschafts-Cameras.

Jonte's Landschafts-Apparat, welcher von dem französischen Ministerium des Unterrichtes bei dem durch die Société Française de Photographie ausgeschriebenen Concurse für photographische Apparate zu wissenschaftlichen Expeditionen in fernen Ländern im Jahre 1880 prämiirt wurde, ist folgendermassen eingerichtet[1]):

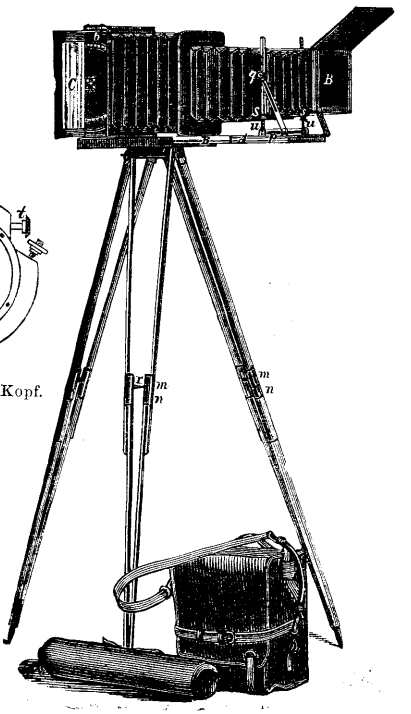


Fig. 545. Jonte's Landschafts-Camera.

Der Apparat ist für Platten 18 × 24 cm bestimmt und kann auch für Stereoscop-Aufnahmen ver-

1) Nach Pizzighelli's Anleitung zur Photographie für Touristen. 1882. S. 11.

wendet werden, indem zwischen Objectivbrett und Camerahintertheil eine elastische Zwischenwand eingeschaltet wird, welche sich mit dem Auszuge zugleich ausdehnt und zusammenzieht. Die Camera selbst bildet geschlossen einen parallelepipedischen Körper von 288 mm Länge, 97 mm Höhe und 229 mm Breite.

Der Vordertheil der Camera wird aus dem Hintertheile herausgezogen, der aufgeklappt gewesene Messingboden *p* (Fig. 545) desselben herabgelassen, letzterer in die entsprechenden Messingfalze geschoben und das Objectivbrett in der gewünschten Neigung durch Anziehen der Schrauben *q* fixirt. Das Objectivbrett lässt sich durch Drehen der an den Schraubenspindeln *uu* (Fig. 545) befindlichen Schraubenmuttern *ss* auf- und abbewegen; die Seitwärtswegung des Objectivbrettes lässt sich durch Verschieben desselben mit der Hand bewerkstelligen. Der Apparat

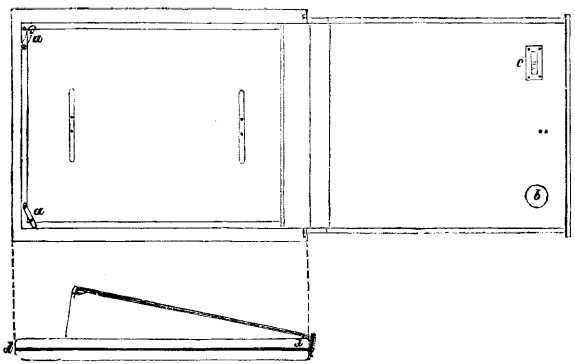


Fig. 547. Doppelcassette.

ist sowohl für Objective mit sehr kurzer, als auch mit langer Brennweite verwendbar. Im vollkommen ausgezogenen Zustande (Fig. 545) beträgt die Entfernung des Objectivbrettes von der matten Scheibe 55 cm; die kürzeste mögliche Entfernung 8 cm, wenn der Apparat ganz zusammengeschoben wurde.

Der Schlitten (Fig. 545) besteht aus zwei ineinander und im Camerauntertheile verschiebbaren Holzrahmen *A*, *B*, welche durch eine Schraubenspindel und Kurbel bewegt werden. Sobald der innerste Rahmen *A* durch Drehen der Schraube in seine äusserste Lage hinausgeschoben wird, stösst seine hintere Seite an einem Vorsprunge des zweiten Rahmens *B* an und nimmt diesen mit. Nach einigen Drehungen ist der zweite Rahmen *B* soweit vorgeschoben, dass die in seinem Hintertheile befindliche Schraubenmutter von der Spindel gefasst wird und nun fortbewegt werden kann[1]). Gleichzeitig wird eine Feder ausgelöst, welche verhindert, dass

1) Der hintere Theil der Schraubenspindel hat kein Gewinde und einen kleineren Durchmesser, so dass, wenn der Apparat zusammengezogen ist, die Schraubenmutter

bei dem nun folgenden Vorschieben des zweiten Rahmens *B* der erstere *A* in Folge des Widerstandes, welche der Camera-Auszug dem Auseinanderziehen entgegensetzt, zurückgezogen wird.

Zu gleicher Zeit ist die Schraubenmutter des ersten Rahmens *A* am Ende der Spindel angelangt und wird nicht mehr durch diese, sondern durch den zweiten Rahmen *B* vorgeschoben.

Einen kleineren Landschafts-Apparat für Plattengrössen von 13×18 cm construirte Jonte ungefähr in der Form von Fig. 548. Im geschlossenen Zustande bildet er einen parallelepipedischen Körper (Fig. 548 *a b*) von 243 mm Länge 145 mm Breite und 88 mm Höhe.

Bei der Aufstellung wird die Camera in der oben beschriebenen Art und Weise auf den Stativkopf gelegt und mit demselben verbunden[1]), hierauf durch Auslösung

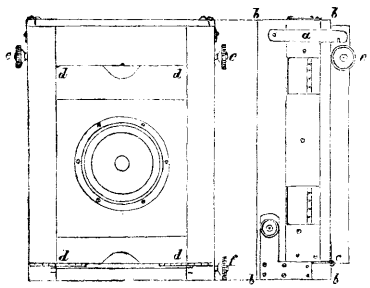


Fig. 548. Jonte's kleiner Landschafts-Apparat.

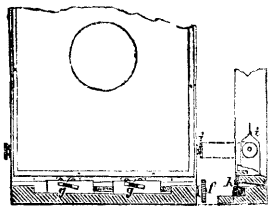


Fig. 549. Jonte's kl. Landschafts-Apparat.

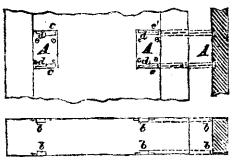


Fig. 550. Jonte's kl. Landschafts-Apparat.

die Haken *a a* (Fig. 548) und durch Drehung des Theiles *b b b b* (Fig. 548) um die Scharniere *c* aufgeschlagen. Zur Verbindung der beiden aufklappenden Theile der Brücke wird die Camera so weit nach seitwärts geschoben, bis das darunter befindliche in Nuthen laufende Brettchen *d d d d* (Fig. 548) an den Camera-Vordertheil stösst. Der Camera-Hintertheil kann jetzt herausgezogen und je nach der Brennweite der Objective auf dem beweglichen Theile der Brücke befestigt werden. Zu diesem Behufe befinden sich in dem beweglichen Theile der Brücke die in der Fig. 550 mit *A A* bezeichneten Messingplättchen eingelassen, deren Breite der Decke des Camera-Hintertheiles entspricht. Die Befestigung des letzteren geschieht nun so, dass die an einer langen oder kurzen Seite (behufs Hoch- oder Querstellung) angebrachten hakenförmig gebogenen Messingstücke *b b* (Fig. 550) in die Oeffnungen *c c* (Fig. 550) gesteckt werden und man durch Seitwärtsdrücken des Camera-Hintertheiles jene Häkchen unter

---

des hinteren Rahmens *B* ausserhalb der Schraubengänge der Spindel sich befindet und erst dann eingreift, wenn er durch den inneren Rahmen vorgeschoben wurde.

1) So wie der Apparat Fig. 545, sind auch hier Stativkopf und Untertheil der Camera mit zueinander passenden Zinkringen versehen. Ebenso ist die Stativherzschraube mit dem Stativkopf verbunden.

den Theil *d d* bringt. Hierdurch wird der Camera-Hintertheil in seiner Lage festgehalten, er kann sehr rasch ausgehoben und in einer anderen Stellung wieder fixirt werden.

Zum Einstellen dient eine Zahnstange mit Trieb; durch die Knöpfe *e e* (Fig. 548) wird diese Verschiebung vermittelt. Ist der Auszug ganz zusammengeschoben, so beträgt die Entfernung zwischen der Vorderseite des Objectivbrettes und der matten Scheibe 5 cm, ist der Auszug jedoch ganz ausgezogen, 45 cm. Das Umstellen des Camera-Hintertheiles für Hoch- und Queraufnahmen ist ebenso einfach, wie bei dem vorbeschriebenen Apparate, indem auch hier der Auszug drehbar ist. Das Objectivbrett ist zum Hoch- und Niedrigstellen eingerichtet, kann aber auch gegen die Verticale geneigt werden. Die Einrichtung hierzu zeigt Fig. 549; durch Drehung der mit dem Knopfe *f* verbundenen Spindel werden die zwei schiefen Ebenen *g g* verschoben. Die Vorsprünge *h h*, welche an dem in Scharnieren beweglichen Objectivbrettrahmen befestigt sind, schleifen hierbei auf diesen schiefen Ebenen. Befinden sich diese Vorsprünge in der Mitte der schiefen Ebene, so steht das Objectivbrett senkrecht auf der Brücke, welche Stellung auch durch den Zeiger *i* (Fig. 549) markirt wird; befinden sie sich am unteren Ende, so ist das Objectivbrett nach rückwärts, und befinden sie sich am oberen Ende, so ist dasselbe nach vorwärts geneigt. Wie bei Apparat 545 sind auch hier die einzelnen Theile mit Messingfalzen versehen; die Cassetten und die matte Scheibe sind ebenso eingerichtet wie dort.

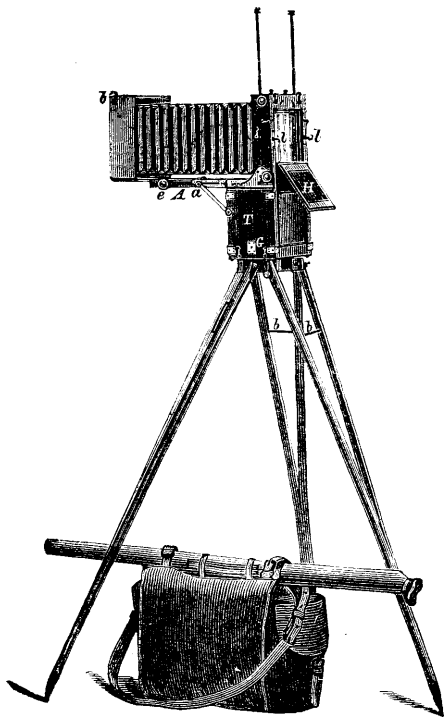


Fig. 551. Jonte's Camera.

Wenn der Apparat verpackt wird, muss eine der Cassetten hinter der matten Scheibe zum Schutze derselben gegen den etwaigen Bruch geschoben werden. Hierzu befinden sich an den Langseiten der Cassette Rinnen *d d* (Fig. 547) eingeschnitten, welche den an dem hinteren Theile der Camera befindlichen Messingleisten entsprechen. Bei geöffneter matten Scheibe halten diese Leisten die Cassette in ihrer Lage, bei geschlossener matten Scheibe hingegen treffen die Leisten auf die obenerwähnten Rinnen der Cassette, indem der Rahmen der matten Scheibe gerade halb so dick ist als eine Cassette. Zum Schutze des Objectivs gegen seitlich einfallendes Licht dient der am Objectivbrett einzuhängende Ueberkasten, welcher in Fig. 545 dargestellt ist. Sämmtliche beweglichen Theile der Camera laufen in Messingschienen, alle Holzfalze sind gänzlich vermieden; ebenso sind alle Theile mit Marineleim geleimt. Unregelmässigkeiten in der Functionirung des Apparates, hervorgebracht durch Quellen in feuchter Luft, können also gar nicht vorkommen. Der Apparat ist aus Birnholz hergestellt.

Das Stativ ist in Fig. 551 aufgestellt gezeichnet. Der Stativkopf (Fig. 546) hat die bekannte Sternform. An demselben ist ein Zinkring *a* angeschraubt, auf dem die Camera aufruht. Sowohl die Herzschraube, als die drei Schraubenbolzen zur Befestigung der Füsse, können von demselben nicht entfernt werden, mithin auch nicht verloren gehen. Die Stativfüsse lassen sich zusammenschieben und bildet jeder dann zwei Rundstäbe, welche durch Messingringe *m m*, *n n* zusammengehalten werden und in der Nähe der Spitze des Stativfusses fest mit einander verbunden sind.

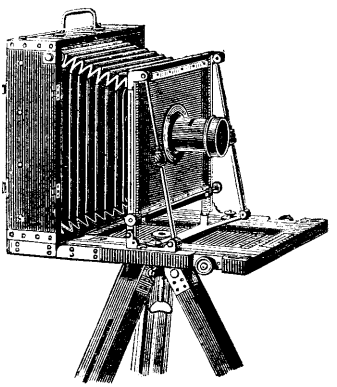


Fig. 552.

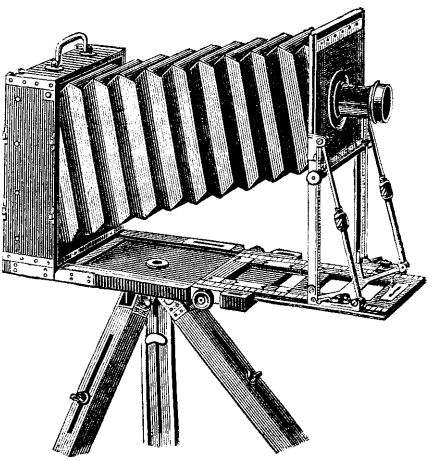


Fig. 553.

Monti's Reise-Camera.

Die Camera sammt den Cassetten sowohl als die zusammengeschobenen Stativfüsse sind in eleganten Umhüllungen von wasserdichter Leinwand verwahrt (s. Fig. 551). Das Stativ kann entweder auf den Camerasack geschnallt, oder für sich an den Lederhandhaben seiner Umhüllung, die Camera als Tornister oder durch Umschnallen der Tragriemen über einer Schulter getragen werden.

Das Gewicht des verpackten Apparates beträgt 9,5 Kilogramm.

Die matte Scheibe *C* (Fig. 545) ist in Scharnieren beweglich, welche es gestatten diese nach seitwärts (resp. nach aufwärts) vollständig umzulegen, sobald sie ausser Gebrauch kommt. Beim Einstellen, oder wenn der Apparat zusammengelegt ist, wird sie in ihrer Lage durch einen federnden Schnapper festgehalten.

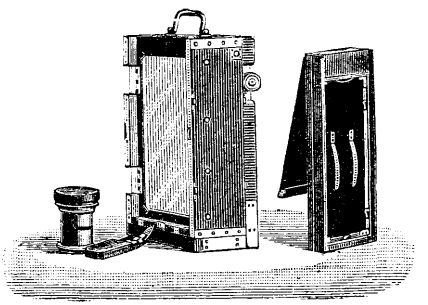


Fig. 554. Monti's Camera.

Der Nachfolger der Firma Jonte in Paris, Chr. Monti änderte die ältere Camera-Konstruction und gab ihr die in Fig. 552 bis 553 abgebildete Form (1891), welche in Frankreich patentirt ist. Fig. 552 zeigt in welcher Weise mittels zweier Metallstäbe das Vordertheil versteift ist; es bewegt sich in einer Metallführung und kann bedeutend gehoben und gesenkt werden (Fig. 553). Die schrägen Metallstützen können

durch eine in der Mitte angebrachte Schraube verlängert oder verkürzt werden, wodurch sich der Vordertheil neigt; im Bodenbrett ist eine Wasserwaage zum Horizontalstellen angebracht. Fig. 554 zeigt die

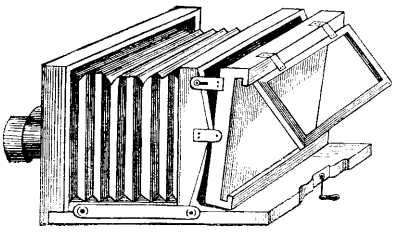


Fig. 555.

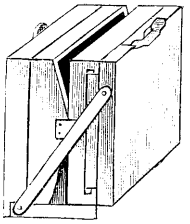


Fig. 556.

Meagher's Reise-Camera.

Camera in zusammengelegtem Zustande nebst einer der üblichen Doppelcassetten.

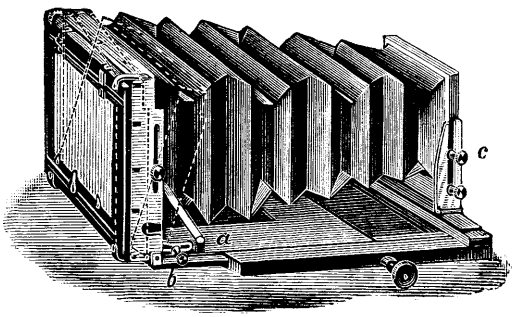


Fig. 557. Gale's Camera.

Meagher's Camera (Fig. 555 und 556), welche bereits im Jahre 1860 construirt worden war[1]), hat eine Schraube zum Scharf-Einstellen, deren Griff abgenommen werden kann, damit nicht durch zufälliges Drehen die eingestellte Ebene verschoben wird. Die Visirscheibe ist mittels Scharnieren bleibend an der Camera befestigt, so dass sie zurückgelegt werden kann, wenn man sie nicht mehr braucht (Fig. 555); dadurch wird dem Zerbrechen vorgebeugt. Wenn der Blasebalg geschlossen ist, legt sich das Ende des unteren Brettes über die Rückseite der Camera und schützt so die Visirscheibe (Fig. 556). Auch dieser Typus war der Ausgangspunkt zahlreicher moderner Constructionen.

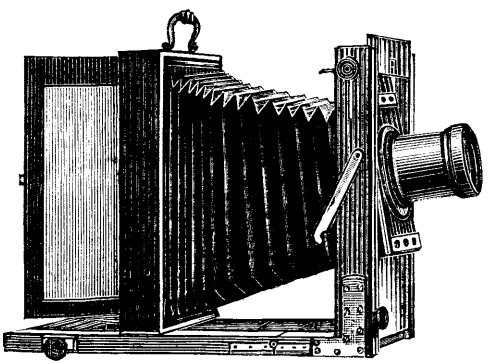


Fig. 558. Français' Camera.

Bei Gale's patentirter Camera, welche Marion in London ausführen (1890), erfolgt die Neigung

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 173; aus Brit. Journ. of. Phot. Bd. 8, S. 275.

der Camera-Rückwand durch Metallstäbe und zwar kann die Bewegung und Fixirung sowohl bei *a* als *b* erfolgen (Fig. 557), während das Objectivbrett bei *c* gehoben werden kann.

In Fig. 558 ist eine einfache Camera (von Français in Paris) abgebildet, bei welcher nur das Objectivbrett sich neigen, heben oder senken lässt und die eigentliche Camera-Vorderwand fix ist.

Ausser den hier beschriebenen Arten der Bewegungsvorrichtungen für die Bewegung der einzelnen Cameratheile wurden noch zahlreiche andere zweckdienliche Constructionen ausgeführt, welche analog functioniren.

2. Camera mit quadratischer Rückwand.

Wenn die Camera quadratisch gebaut wird, so kann sie trotzdem sehr compendiös construirt werden, wenn entsprechende Vorrichtungen

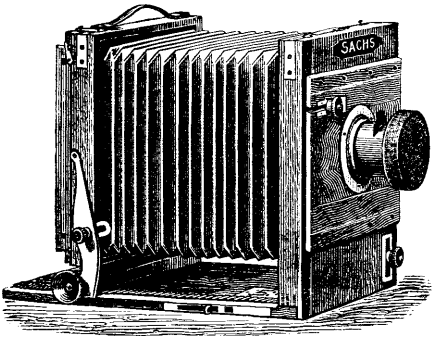


Fig. 559.

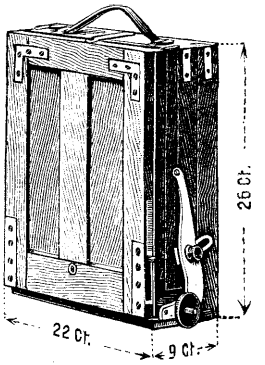


Fig. 560.

Camera mit quadratischer Rückwand.

angebracht sind, um die Visirscheibe und Cassette hoch und quer zu stellen. Dies geschieht in der Regel durch einen an der Rückenwand befindlichen Rahmen, in welchem die oblonge Visirscheibe (resp. Cassette) eingesetzt werden kann, nimmt man den Rahmen heraus und befestigt ihn nach einer Drehung um 90 Grad (s. Fig. 89) wieder an der Camera, so ist die Hochstellung in die Querstellung verwandelt.

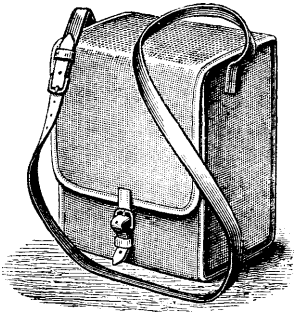


Fig. 561.

Fig. 559 bis 561 zeigt einen quadratisch gebauten Reise-Apparat (von Sachs in Berlin) aus polirtem Mahagoniholz für Plattengrösse 13 × 18 cm. Das Einstellen wird bei dieser Camera durch doppelten Zahnstangentrieb bewirkt. Die Camera hat einen Lederbalg mit 32 cm langem Auszug. Die Cassetten können auch bei diesem Apparat hoch und quer

angewendet werden, ohne dass die Camera auf dem Stativ verändert zu werden braucht, indem der Rahmen mit der Visirscheibe, welcher gleichzeitig auch die Cassetten aufzunehmen hat, hoch und quer umstellbar ist. Die Rückwand lässt sich um die horizontale Achse neigen.

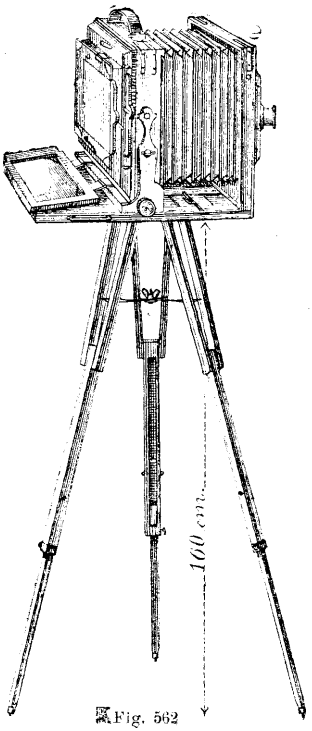


Fig. 562

Quadratisch gebaut ist z. B. die in Fig. 562 abgebildete Reise-Camera von Herbst & Firl (Görlitz), bei welcher ein Rahmen hoch und quer einzusetzen ist.

Eine andere Art, die Hoch- und Querstellung der Visirscheibe und Cassette zu bewirken, kann auch entsprechend Fig. 563 vorgenommen werden; hierbei dreht sich die Visirscheibe um einen Metallring und kann leicht in der richtigen Lage fixirt werden, was mitunter von Vortheil ist, wenn die Camera auf stark geneigtem Terrain Verwendung findet[1]).

Bei Gotz's Patent-Reise-Camera[2]) findet die Bewegung der Visirscheibe von der Mitte aus statt; die Camera wird bei kurzem Focus auf die Mitte des Laufbrettes gebracht, so, dass weder vorn noch hinten eine bedeutende

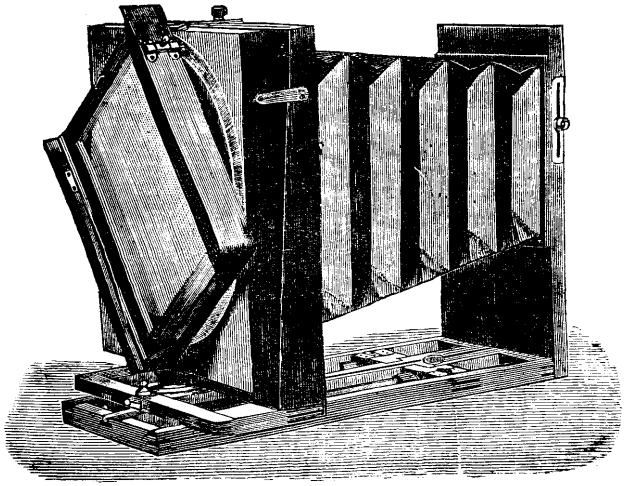


Fig. 563.

1) Pizzighelli, Handb. d. Phot. für Touristen. 2. Aufl. 1891. Bd. 1. S. 240.
2) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1890. S. 146.

Verlängerung — resp. Verschiebung der Theile der Basis — nöthig ist, währenddem die volle Länge des Balges einen Auszug von ca. $2^1/_2$ mal der Plattenlänge erlaubt — z. B. bei 13×18 Platte ca. 45 cm.

Das Objectiv-Brett hat seine volle Grösse, d. h. diejenige der Camera selbst und das Objectiv kann darin mit einer Bewegung in jede beliebige Stellung, hoch, tief, rechts oder links geschoben werden, während demselben auch bei jeder Hebung oder Senkung der Basis immer eine senkrechte Stellung gegeben werden kann, wodurch der Nutzeffect der Objective bedeutend gehoben ist, weil damit die centralen Lichtbündel senkrecht auf die Platte fallen, also das Bild in der Focalebene so viel als möglich mit der Plattenfläche zusammenfällt (Fig. 564).

Die gewöhnliche Gabelstütze ist in diesem Systeme durch einen soliden Arm ersetzt, an welchem die Camera von ihrer horizontalen

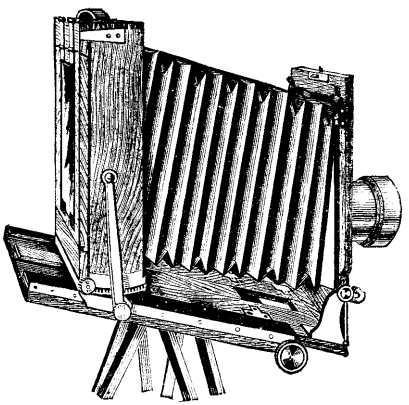


Fig. 564.

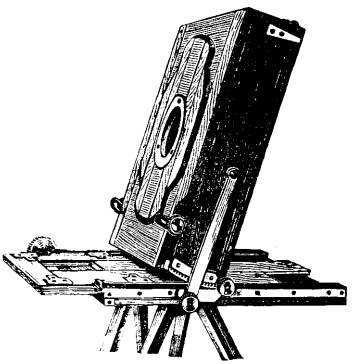


Fig. 565.

Gotz's Camera.

Lage auf dem Laufbrette gehoben wird. Ist sie in einer Stellung von ca. 60 Grad Hebung angelangt, so kommt ihr unteres Ende, das mit einem gebogenen Stück Rechen (Zahnstange) versehen ist, in Verbindung mit zwei am hinteren Ende der Basis sitzenden Getrieben. Sobald der Rechen eingegriffen hat, so bewegt sich die Camera von der Mitte aus, indem die oberen Enden der beiden Arme das Centrum einer kreisförmigen Bewegung werden, mittels welcher die Camera mit einfachem Druck auf das untere Ende in die richtige verticale Stellung gebracht wird.

Sobald der Rechen in die Gewinde eingegriffen hat, werden diese durch eine Vierteldrehung des daran befindlichen Schraubenkopfes geschlossen und die Camera steht fest in der Stellung, wie z. B. in Fig. 565 angedeutet.

Wird nun das Objectivbrett (Fig. 565), das durch Federbolzen an dem Körper der Camera festhält, abgenommen und auf den vorderen

Theil des Laufbrettes aufgesetzt, indem es an zwei an demselben befindliche Metallplatten eingeschoben wird, es sitzt dort fest, ist aber verstellbar, d. h. in verticaler Richtung beweglich und kann auch nach Wunsch zurück- und vorgeschoben werden, je nachdem ein Objectiv von kürzerem oder längerem Focus einen Verschub verlangt.

Die Camera wird nun in die senkrechte Lage gebracht, dieses geschieht, indem man die beiden Schraubenköpfe am Ende der Basis löst und die Camera durch Druck an dem unteren Ende aufrecht stellt. Diese Bewegung, welche einer Kreislinie folgt, wird ausgeführt, während dem das Auge auf dem Bilde der matten Scheibe ruht, und kann damit, durch die oben angedeutete Weise, der Vordergrund und die Distanzen-Theile des Bildes zusammen eingestellt werden.

An der Seite der Camera ist eine Nivelle angebracht, so dass, wenn absolut senkrechte Stellung der Camera nöthig

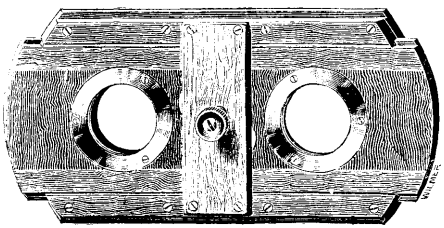


Fig. 566.

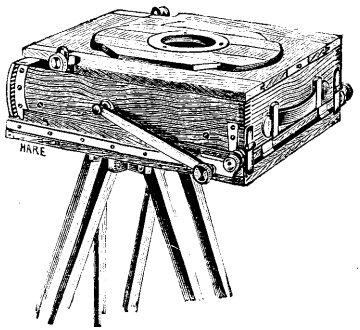


Fig. 567.

Götz's Camera.

ist, diese leicht gegeben werden kann. Ebenso findet sich am hinteren Ende der Basis eine Nivelle, welche die horizontale Lage derselben von rechts nach links sichert.

Für langen Auszug wird nun einfach an dem Kopfe des Gewindes das Laufbrett vorwärts gebracht.

Will man seitwärts verstellen, so löst man bloss die eine Schraube rechts oder links an der Seite, welche zurückgezogen werden muss, um ein scharfes Bild von einem auf der entgegengesetzten Seite naheliegenden Gegenstand zu erhalten, und sobald dieses erscheint, schraubt man wieder fest.

Das Zusammenlegen ist äusserst einfach und rasch vollzogen (Fig. 567).

Die Camera wird auf dem Stative gedreht, die beiden Schrauben werden gelöst, die Camera aus ihrer Verbindung mit den Gewinden gebracht und einfach auf dem Laufbrett vorwärts geschoben, bis sie — matte Scheibe unten — auf die Basis zu liegen kommt, wo sie von zwei Haken vorne an der Basis angehalten wird; am hinteren Ende der Basis dienen zwei kleine Drehschlüssel dazu, dieses an das obere

Ende der Camera zu befestigen. In dieser Lage kann die Camera leicht unterm Arm oder über der Schulter getragen werden und ist zum Wiederaufstellen jederzeit bereit.

Das Stativ besteht erstens aus einem in Holz oder Messing ausgeführten kreisförmigen Kopfe, welcher einen erhöhten Rand hat, darin läuft ein flacher Metallring, der concentrisch an die Basis der Camera angeschraubt ist, die Schraube sitzt im Kopfe, durch eine Schraubenmutter vom Herausfallen gesichert. Wird nun die Camera aufgelegt und über dem Kopfe hingeschoben, bis der Ring an der Camera in die Vertiefung des Kopfes kommt, so braucht man nur die Schraube anzuziehen und die Camera sitzt fest und zwar so, dass sie auf dem Stativ mit Leichtigkeit rotirt werden kann, ohne dass es nöthig ist, die Schraube zu lösen, da diese mit der Camera rotirt, also immer gleich fest sitzt.

2. Das Stativ selbst, welches aus drei Füssen, zu je drei verschiebbaren Theilen besteht, die mit Schrauben oben und unten festgestellt werden. Die oberen Arme, welche zum Anpacken an den Circularkopf nach auswärts gespannt werden, sind durch eine Art Steigbügel zusammen gehalten. Diese werden an beliebigem Orte festgeschraubt, am besten am unteren Ende; während, wenn das Stativ zusammengeschoben ist, sie dazu dienen, dasselbe zusammen zu halten und eine etwaige Biegung des Holzes wieder aufzuheben.

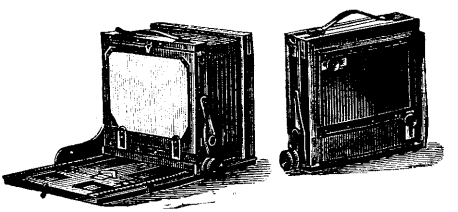


Fig. 568. Fig. 569.
Stegemann's Camera.

Mit diesem Stative, das doppelt verkürzbar ist, können Aufnahmen zwei Fuss vom Boden gemacht werden und ist es bei Aufnahmen auf ungleichem Terrain sehr nützlich, indem der eine Fuss in seiner ganzen Länge ausgezogen wird, während dem ein anderer auf ca. ein Dritttheil dieser Länge gebracht werden kann, also jeden Anforderungen entspricht. Will man das Stativ verkürzen, so können einfach die Schrauben etwas gelöst und die Camera in die gewünschte Lage hinuntergedrückt werden.

Diese Art der Aufstellung ist derjenigen mit der in der Basis der Camera befindlichen Drehscheibe vorzuziehen, da sie alle deren Vortheile gemein hat, aber das Stativ an einem selbständigen Kopfe viel handlicher aufzustellen ist, als wenn derselbe sich an der Camera selbst befindet.

Hierher gehört Stegemann's (Berlin) sehr verbreitete Reise-Camera, welche in Fig. 568 und 569 abgebildet ist. Dieselbe besteht aus Mahagoniholz mit eingelassenen Messingecken, Lederbälgen, Messingseitentheilen und beweglicher Visirscheibe. Die Seitentheile sind auf Messingschienen,

welche mit den durchgehenden Zahnstangen ein Stück bilden, eingeschliffen und führen sich daher absolut sicher und leicht. Die Objectivbretter sind hoch und seitlich verstellbar. Die Boden der Camera wird durch ein umklappbares Seitentheil in einer geraden Linie

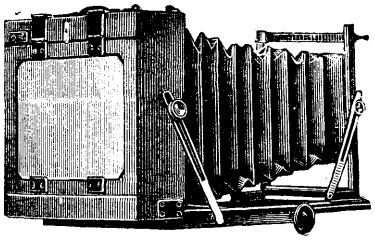


Fig. 570.

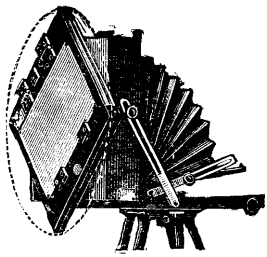


Fig. 571.

Houghton's Camera.

fest gehalten und die Mittelwand ist herausnehmbar. Die Camera ist quadratisch gebaut und mit Umstellrahmen versehen, um Cassetten hoch und quer einsetzen zu können.

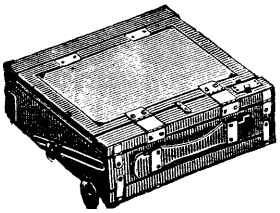


Fig. 572.

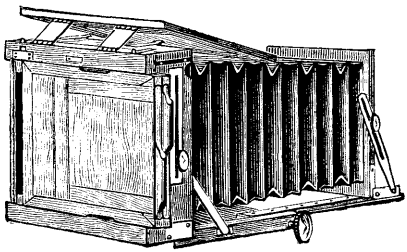


Fig. 573.

Houghton's Camera.

Fig. 570 bis 574 stellt Houghton's (London) quadratische Reise-Camera dar, bei welcher die Visirscheibe und Cassettenbahn wie Fig. 570 und 571 zeigt, drehbar ist, so dass man Hoch- und Querbilder erhält. Fig. 572 zeigt die Camera in zusammengelegtem Zustande und Fig. 573 nach Einlegung der Cassette. Fig. 574 zeigt eine ähnliche Camera in weit ausgezogenem Zustande [1]).

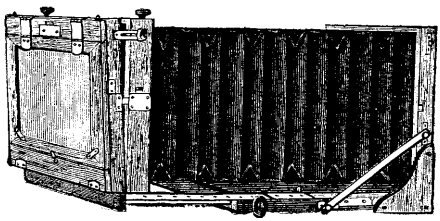


Fig. 574. Houghton's Camera.

Bei Talbot's (Berlin) Reise-Camera (1891) ist das Dreieck für das Stativ im Laufbrett der Camera eingelassen (Fig. 575).

Die Camera ist so eingerichtet, dass man leicht 2 oder mehr Aufnahmen auf einer Platte fertigen kann. Zu diesem Zwecke setzt man, wie Fig 578 zeigt, hinten eine „Blende" *b* aus Carton oder Blech ein,

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1889. S. 333.

Hat man den Theil *a* der Platte gelichtet, so schiebt man die Blende weiter und belichtet den anderen, vorher durch die Blende verdeckt gebliebenen Theil der Platte.

Die Einstellscheibe ist um eine senk- und wagerechte Achse zu neigen (Fig. 576 und 580) zur scharfen Einstellung des Vorder- und Hintergrundes oder an der Seite gelegener Gegenstände ohne Abblendung.

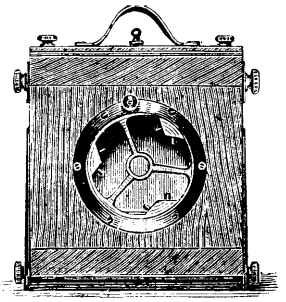


Fig. 575.

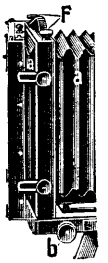


Fig. 576.

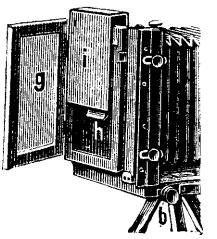


Fig. 577.

Talbot's Camera.

Die Einstellscheibe und die Cassetten haben sogenanntes doppeltes Umlegescharnier (Fig. 577).

Der Rahmen mit der Einstellscheibe wird bei Quer- bezw. Hochaufnahmen umgedreht (Fig. 579).

Die grobe Einstellung geschieht durch Ausziehen, die feine durch Zahnbetrieb.

Beim quadratischen Balge der Camera ist der hintere Rahmen mit der Einstellscheibe drehbar (Fig. 579, *g*), so dass man Hoch- und Queraufnahmen machen kann.

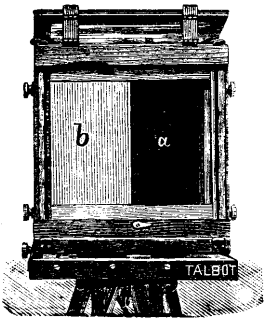


Fig. 578.

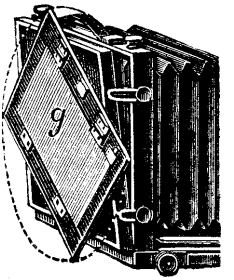


Fig. 579.

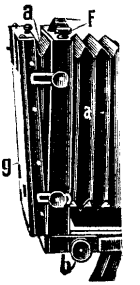


Fig. 580.

Talbot's Camera.

Auch O. Schröder's Reisecamera [1]) ist quadratisch gebaut und hat die Einrichtung, dass mit länglichen Cassetten hoch oder quer gearbeitet werden kann vermittels eines Einsetzrahmens, in welchem auch die

1) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1888 S. 411.

Visirscheibe sitzt. Sollte bei der Camera der Auszug zu kurz sein, so kann das Bodenbrett durch eine Verlängerung ergänzt werden, das ist eine Fortsetzung desselben, welche vermittelst einer langen Befestigungsschraube, sowie mit zwei rechts und links als Anstecker befindlicher Einsatzzapfen erfolgt. Fig. 581 zeigt diese Einrichtung der Camera sammt den dazu gehörigen Doppelcassetten.

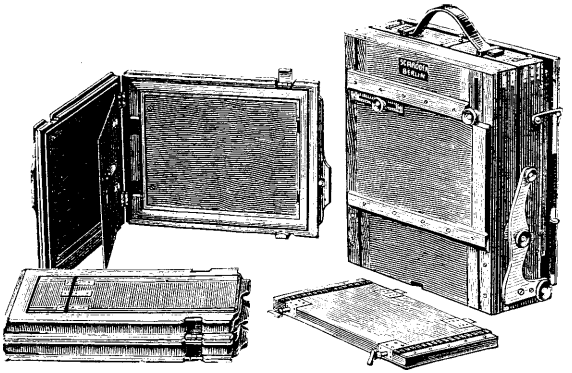


Fig. 581. Schröder's Camera.

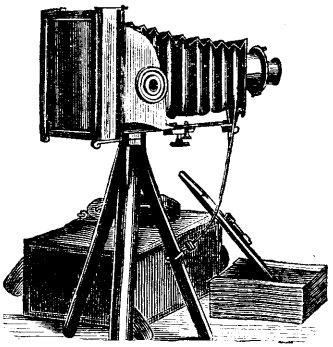


Fig. 582. Metall-Camera.

Eine practische von Koppe & Moh in Görlitz (Deutschland) in den Handel gebrachte und leicht bei *a*, *b*, *c*, *i* zusammenlegbare Reise-Camera, welche ganz aus Metall gefertigt ist, zeigt Fig. 582.

In neuerer Zeit (1891) werden Cameras aus Aluminiumblech angefertigt; eine solche Camera war gelegentlich der electrotechnischen Ausstellung in Frankfurt a. M. ausgestellt; Ingenieur Pollack liess (1891) für photogrammetrische Zwecke eine zum Theil aus Aluminium gefertigte Camera durch Lechner in Wien anfertigen.

3. Vorrichtungen zur Verlängerung des Camera-Auszuges.

Fig. 583.

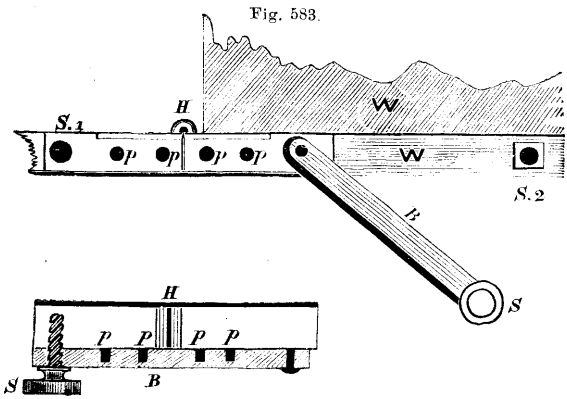


Fig. 584. Zusammenlegbares Bodenbrett.

Um die Camera bei der Verwendung von Objectiven mit langer Brennweite genügend ausziehen zu können, macht man das Bodenbrett der Camera zweitheilig. Die beiden Theile verschieben sich als zwei übereinander gleitende Bretter oder Rahmen, wie oben (Fig. 583 u. 584) angegeben wurde. Mitunter sind separat anzuschraubende Verlängerungsstücke des Bodenbrettes in Verwendung (s. Fig. 581).

Um dem zusammenlegbaren Bodenbrette Festigkeit zu verleihen, benutzten Murray und Heath folgende Vorrichtung: Das Bodenbrett W ist bei H (Fig. 583) um Scharniere beweglich und aufzuklappen. Fig. 583 ist die Seitenansicht der Camera und der Scharnierplatte; H Scharnier, $pppp$ vier Zapfen, B Spange, welche sich darüber legt, S Kopf der Schraube, welche in S_1 steckt, WW das Holzwerk des Bodenbrettes und der Seite der Camera. Fig. 584 giebt die obere Ansicht der Scharnierplatte, wobei die Spange fest über den Zapfen liegt. Wenn die Camera gepackt wird, so legt sich der Stab B rückwärts auf die Seite und wird bei S_2 angeschraubt (Fig. 583). Diese Schraube und alle anderen sind so gemacht, dass sie aus ihren Füllungen nicht herausgenommen werden können; sie können daher auf dem Lande nicht verloren gehen[1]).

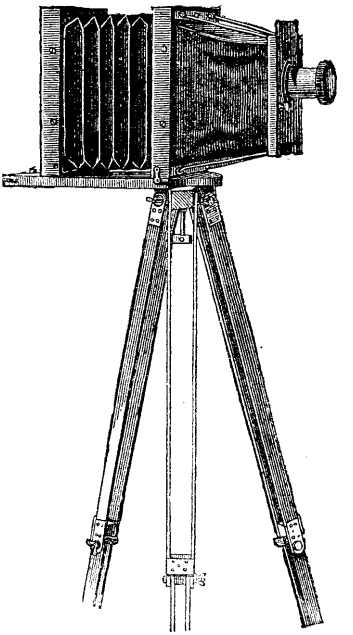


Fig. 585.

Zur Verlängerung der Camera kann auch folgende Einrichtung dienen: Man setze an die Vorderseite der Camera ein Frontstück, an dem ein Objectivbrett durch vier zusammenklappbare Federn nach Art der bekannten Klapphüte befestigt ist. Man kann nach diesem Systeme die Brennweite fast verdoppeln und braucht das Objectivbrett nur durch lichtdichten Stoff mit dem Camerabrette zu verbinden. Die ganze Einrichtung ist leicht transportabel[2]), sie ist in Fig. 585 abgebildet[3]).

C. Reise-Camera mit Wechselkasten oder Platten-Magazin.

Bei den vorhin beschriebenen Reise-Apparaten sind die empfindlichen Platten in einzelnen oder Doppelcassetten untergebracht, wodurch der Operateur genöthigt ist, eine grössere Anzahl Cassetten mitzunehmen, um über den entsprechenden Vorrath von Platten zu verfügen. Um das Gewicht und Volumen des Gepäckes zu vermindern, wurden Wechselkasten construirt, welche mindestens 10 bis 12 Platten enthalten. Diese Wechselkasten sind entweder derartig eingerichtet, dass man die empfindliche Platte aus ihr in eine Cassette und diese in die Camera bringt

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861 Bd. 3, S. 103; aus Brit. Journ. of Phot. S. 224.
2) Phot. Wochenblatt. 1881. S. 163; aus Brit. Journ. of Phot. 1881. S. 220.
3) Nach Arwin (Bull. Soc. franç. Phot. 1887. S. 201).

(s. unten); — oder der Wechselkasten ist direct an der Camera verbunden und es kann die empfindliche Platte direct an die Stelle der Visirscheibe gebracht werden; die letzteren Apparate sind „Cameras mit Platten-Magazin“ im engeren Sinne des Wortes [1]).

Die Magazin-Camera ist insbesondere bei „Hand-Moment-Cameras“ oder „Detectivcameras“ in Gebrauch, welche in einem besonderen Capitel (s. unten) beschrieben sind.

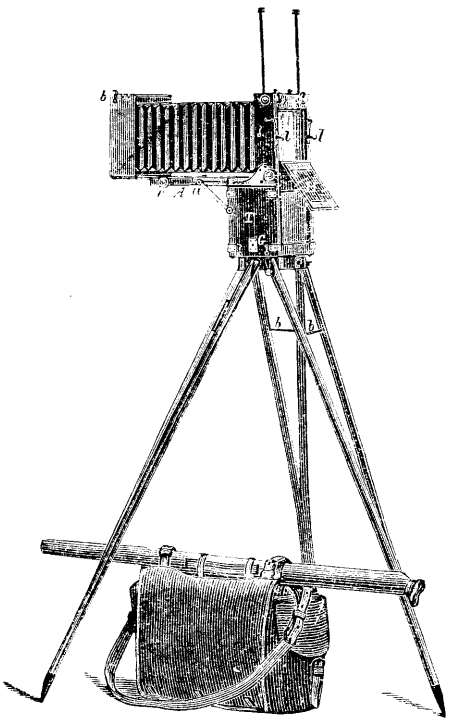


Fig. 586. Jonte's Camera.

Aber auch grössere Reisecameras wurden mit Platten-Magazinen verbunden; da sie bei Anwendung grösserer Platten-Formate leichter in Unordnung gerathen und eine äusserst präcise Construction erfordern, so sind solche Reise-Cameras weniger beliebt, als die im vorigen Capitel beschriebenen Cameras mit Doppelcassetten.

Eine gute Construction der Reisecamera mit Platten-Magazin rührt von Jonte in Paris (1880) her.

Jonte's Apparat mit Wechselkasten ist in Fig. 586 — 589 abgebildet. Fig. 586 *a* zeigt denselben in geschlossenem Zustande; er bildet ein Parallelepiped von 121 mm Breite, 252 mm Länge und 385 mm Höhe. Nach Befestigung desselben auf das Stativ, welche Manipulation so wie bei den vorbeschriebenen Apparaten vorzunehmen ist, wird die Schraube *a* gelüftet, der Haken *b* aufgeschlagen und der Schlitten *A*, welcher um die Scharniere *c* drehbar ist, niedergelassen (s. Fig. 586). Der Camera-Vordertheil kann wie bei Fig. 545 an dem beweglichen Theile des Schlittens in zwei Stellungen befestigt werden. Durch den mit der Schraube *e* verbundenen Trieb kann der Camera-Vordertheil behufs Einstellen vor- und zurückgeschoben werden. Die grösste Entfernung zwischen matter Scheibe und Objectivbrett beträgt 38 cm, die kleinste 4,5 cm.

1) Derartige Apparate haben verschiedene Namen; häufig heissen sie „Revolver-Camera“.

Vidal nannte einen Apparat, bei welchem sich eine grössere Anzahl von empfindlichen Platten in Coulissen bewegen und nach Belieben an den Platz der matten Scheibe geschoben werden konnten „Autopolygraph“ (Bull. Soc. franç. 1862. S. 298).

Die Cassetten zu diesem Apparate sind einfache Holzrähmchen mit Rückwand aus schwarzem Carton (Fig. 587; darin ist eine Einlage für kleinere Platten eingezeichnet). Die Platten werden einfach in den Rahmen gelegt und durch die in der Figur sichtbaren kleinen Vorreiber *m m* in ihrer Lage festgehalten. Zwölf solche Cassettenrahmen sind in dem mit der Camera fest verbundenen Plattenwechselkasten *T* (Fig. 587) untergebracht. Dieser Plattenwechselkasten zeigt im Innern dieselbe Einrichtung, wie ein gewöhnlicher Plattenkasten; in der unteren Seite befindet sich der Schuber *G*, welcher die zur Einführung dienende Oeffnung verschliesst. Der obere Theil wird durch einen mit der Camera fest verbundenen Jalousieschuber *h h* geschlossen; dieser Jalousieschuber hat in der Mitte einen länglichen Spalt, dessen Breite der Cassettendicke entspricht und den Durchgang der Cassette erlaubt. Die matte Scheibe wird durch

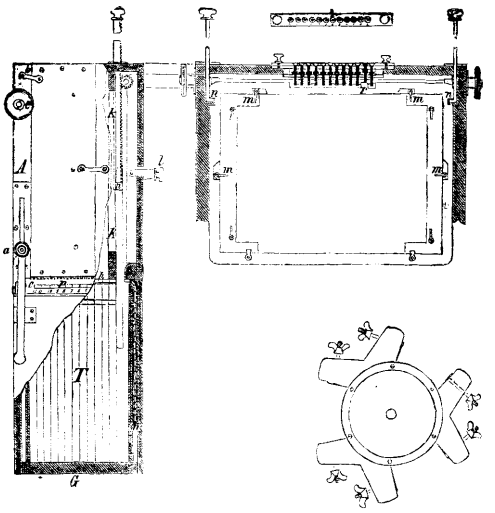


Fig. 587

Fig. 588.

Fig. 589.

Jonte's Camera mit Wechselkasten.

Federn an den Rahmen *k* angepresst. Ist eingestellt, so wird der an der Rückwand aufklappbare Deckel *H* geschlossen und die matte Scheibe durch Herausziehen der Knöpfe *l l* an die Camera-Rückwand angedrückt, wobei die mit den Knöpfen verbundenen Haken einschnappen und die matte Scheibe festhalten. Auf diese Weise wird der durch den Rahmen der matten Scheibe geschlossen gewesene Spalt geöffnet und können nun mittels des in der Fig. 587 ersichtlichen Triebes die Zahnstangen und durch letztere wieder die Cassette in die Höhe und genau an die Stelle, wo sich früher die matte Scheibe befand, gezogen werden

Nach vollendeter Aufnahme wird mittels des Triebes die Cassette wieder hinabgelassen, der Camera-Hintertheil durch Drehung der Knöpfe *m* (mit diesen Knöpfen ist ein Trieb verbunden) um ein der Cassettendicke entsprechendes Intervall vorgeschoben, wodurch die unten hakenförmig gebogenen Enden der Zahnstangen *n n* in die Einschnitte *o* der nächstfolgenden Cassetten greifen Auf diese Art können sämmtliche Platten exponirt werden, ohne dass es nothwendig wäre, den Apparat vom Stativ abzuschrauben und das Wechseln der Platten mittels eines getrennten Plattenwechselkastens vornehmen zu müssen, wie dies bei ähnlichen Constructionen bisher immer der Fall war.

Zur Controle der bereits exponirten Platten dient:

1. Eine an der Seite der Camera angebrachte und mit Nummern versehene Eintheilung *p*, deren Theilstriche genau den im Wechselkasten befindlichen Cassetten entsprechen. Sobald der Zeiger am beweglichen Camera-Hintertheile auf einen solchen Theilstrich trifft, kann die entsprechende Cassette zur Exposition gelangen.

2. Die in der Fig. 587 skizzirte Vorrichtung besteht aus zwölf beweglichen Stahlstiften und einer durchlöcherten und mit Ziffern versehenen Messingplatte, welche durch zwei Schrauben an dem oberen Theile der Camera befestigt werden kann, so zwar, dass die Oeffnungen derselben genau über den Köpfen der oben bezeichneten Stifte zu liegen kommen. Jeder Cassettenrahmen besitzt oben einen Ansatz *r*, welcher, sobald die Cassette hinaufgezogen wurde, einen der Stifte in die Höhe drückt. Wurde nun vor Beginn der Aufnahmen ein Streifen Papier unter der Messingplatte eingeklemmt, so wird derselbe durch den Stift durchstossen. Auf diese Art wird es möglich, in jedem Augenblicke die Anzahl und die Nummer der bereits exponirten Platten zu controliren.

Die Einrichtung des Stativs zeigt die Fig. 588 und 589. Zusammengelegt bilden die Theile desselben einen durch Ringe zusammengehaltenen Stock. Behufs Aufstellung werden die drei Ringe abgestreift, der obere Theil der Stativfüsse mittels der in Fig. 589 gezeichneten Einschnitte *a* auf die Schraubenspindeln des Stativkopfes geschoben und durch Anziehen der Muttern befestigt. Zur Versteifung der Füsse dienen die Messingstangen *b*, welche an einer Seite des Stativfusses scharnierartig befestigt sind.

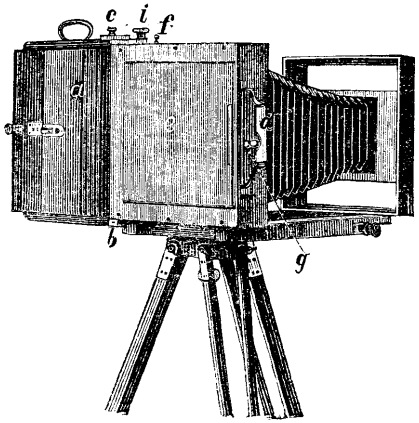


Fig. 590. Fichtner's Camera.

Fichtner's verstellb. Trockenplattencassette[1]) ist gleichfalls ein Plattenmagazin mit 12 Platten und wird von Hüttig in Dresden erzeugt. Man kann in kurzer Zeit zwölf Aufnahmen hintereinander hoch u. quer machen, ohne die Cassette von der Camera entfernen zu müssen. Da die Einstellung eine derartige ist, dass man rück- und vorwärts stellen kann, so hat man nicht nöthig, die Platten nach der Reihenfolge in Gebrauch zu nehmen, sondern man kann jede beliebige Platte verwenden. Zum Zwecke dieser Einstellung ist an der Cassette eine mit Plattennummern versehene Scala angebracht, nach welcher man die gewünschte Platte einstellen kann.

Nachdem die Camera (Fig. 590) auf dem Stative befestigt ist, wird die Cassette *a* mit dem unten angebrachten Haken *b* in die Oeffnung, welche sich an der unteren Zahnstange der Camera befindet, eingesetzt, an die Camera angedrückt und durch Drehung des Knopfes *c*, welcher oben an der Cassette angebracht ist, an die obere Zahnstange der Camera fest an-

1) Eder, Jahrbuch f. Photogr. für 1889. S. 309.

geschlossen. Beim Einstellen der Camera wird der Schieber *a* herausgezogen, dann öffnet man den Schieber *e*, wodurch die Visirscheibe in die richtige Lage gedrückt wird und man nun bequem und sicher einstellen kann. Nachdem der Schieber *e* wieder geschlossen, wodurch die Visirscheibe wieder retour gezogen worden ist, drehe man den Hebel *f*, welcher an der Camera oben angebracht ist, nach vorn, wodurch der Lichtanschluss in der Cassette geöffnet worden ist, es wird nun das Plättchen *g*, welches sich am Schieber *d* befindet, vorgedrückt und dieselbe in die Camera geschoben, man stelle nun durch Drücken an dem Knopf *b* und durch Drehung des Knopfes *i* die in den Gebrauch zu nehmende Platte ein und ziehe dieselbe durch den Schieber *d* in die Camera, ist die Platte exponirt, so bringe man dieselbe durch Zurückschieben des Schiebers *d* wieder in die Cassette und kann man jede beliebige Platte einstellen. Will man die Cassette von der Camera entfernen, so drücke man das Plättchen *g* am Schieber *d* retour, der Haken, welcher die Platten fasst, hebt sich dadurch aus der Cassetten-Oeffnung und es wird nun durch Retourdrehen des Hebels *f* der Lichtverschluss in der Cassette geschlossen. Der Deckel der Cassette kann nur durch mehrere Umdrehungen eines Knopfes geöffnet werden, wodurch ein zufälliges Oeffnen ausgeschlossen ist. Die Rähmchen, in welche die Platten eingelegt werden, haben hinten (Deckelseite) einen Einschnitt, welcher immer nach unten zu nehmen ist, wodurch ein unrichtiges Einschieben in die Cassette verhindert wird.

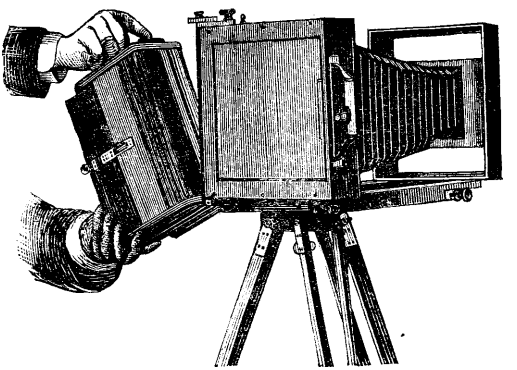


Fig. 591. Fichtner's Camera.

Enjalbert's Reisecamera „Le Touriste" enthält acht empfindliche Platten, welche in einem Schubfache *B* (Fig. 592) untergebracht sind [1]). Ferner sind gleiche Supplement-Schubfächer, welche dieselbe Anzahl Platten enthalten, dem Apparate beigegeben: dieselben können bei vollem Tageslichte in den Apparat eingeführt werden. Fig. 592 zeigt den Apparat.

A Camera, geöffnet, um deren Einrichtung ersichtlich zu machen; *B* Schubfach mit den Rahmen für die empfindlichen Platten, halb aus-

1) Phot. Corresp. 1881. S. 205. Phot. News. 1882. S. 449. Bullet. de l'Assoc. Belge de Phot. Bd. 6, S. 294.

gezogen; *C* elastischer Auszug; *D* Objectivbrett: *E* Schlittenbrett mit Zahnstange, welches den Apparat trägt.

a acht Rahmen, welche die empfindlichen Platten enthalten; *b*. *c* Knöpfe, um das Objectiv nach allen Richtungen zu wenden; *d d'* Schliess-

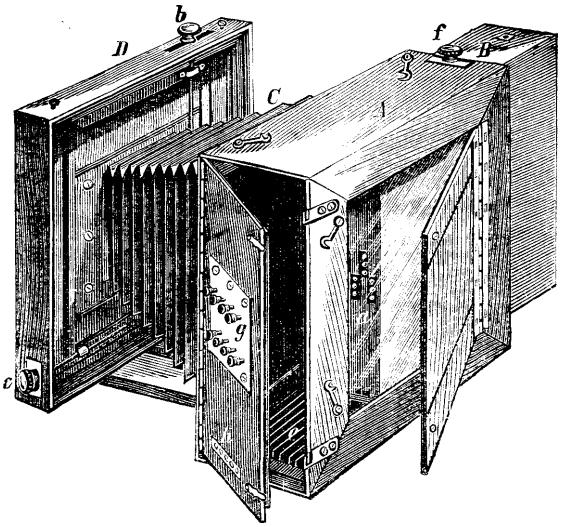


Fig. 592. Enjalbert's „Touriste".

platte, um das Objectivbrett für lange Brennweiten zu befestigen; *e* Rinnen, welche den Rahmen der empfindlichen Platten entsprechen, um den

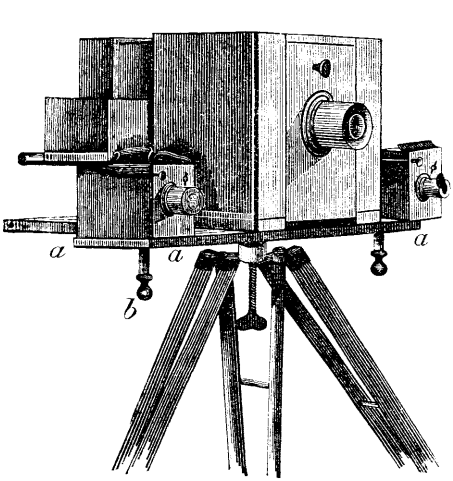


Fig. 593.

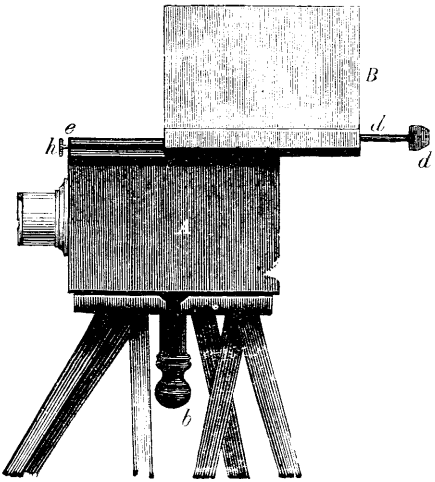


Fig. 594.

Cramb's Camera.

Rahmen der Visirscheibe einzuführen: *f* Druckschraube, um das Schiebfach festzustellen: *g* Schrauben, um die Rahmen mit den empfindlichen

Glastafeln festzustellen; *h* Rohr zum Entweichen der Luft bei der Verschiebung des Schubfaches.

Wenn das Einstellen, das sich sehr leicht ausführen lässt, beendet ist, so hat man nur mittels des Knopfes *g* den Rahmen, welcher die zu belichtende Platte enthält, anzuhängen und wird, wenn das Schubfach *B* aus der Camera gezogen wird, die zurückgehaltene Platte allein in der Camera bleiben.

J. Cramb gab 1861 folgende Camera ohne Cassette für das trockene Verfahren an[1]). Das Stativ trägt drei Cameras, eine für gewöhnliche Aufnahmen, zwei zu Stereoscop-Bildern (Fig. 593). Wie die Trockenplatten in die Camera (ohne Cassette) gelangen, zeigt Fig. 594 und 595. Die Camera *A* ist an dem Stativ mittels der Schraube *b* befestigt. Die Linien *ccc* (Fig. 595) zeigen die Lage der Platten in der Büchse *B* an. Will man eine Platte aus der Büchse an die Stelle der Visirscheibe fallen lassen, so wird der Schieber *d* etwas weggezogen; sie gleitet längs einer Leiste nach *f*. Der Spalt, durch welchen die Platte fiel, wird durch Schieber *gg* mittels des Knopfes *h* verschlossen. Eingestellt kann nach Aufklappen der Rückwand der Camera bei *i* werden. Die Feder *k* und Schraube *l* drückt die empfindliche Platte an den rechten Platz in der Einstellebene.

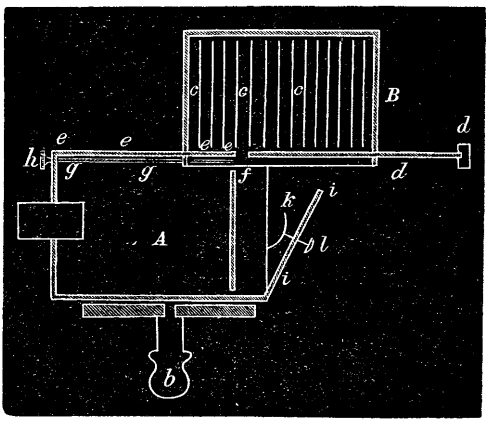


Fig. 595. Cramb's Camera ohne Cassette.

Aird construirte eine Camera, welche mit einem Plattenkasten zum Aufbewahren und beliebigen Emporheben der Platten zur Exposition combinirt ist.

Sie ist in zwei Abtheilungen getheilt. Die obere Abtheilung ist hinten mit einer Klappe *L* versehen und vorn mit einer beweglichen Vorderwand *M*, in welcher das Objectiv angebracht ist. Dieser Vordertheil ist zum Ausziehen mittels Zahnstangen und Trieb eingerichtet. Es bildet einen festen Ausziehkasten oder eine Balgvorrichtung. In der Mitte der oberen Abtheilung befindet sich die matte Visirscheibe *A*, welche durch zwei Federn *B* in ihrer Lage gehalten wird. Die Vorrichtung, um die Platten, welche sich in der unteren Abtheilung befinden, heraufzuheben, besteht aus zwei Messingleisten *C*, welche sich rechts und links neben der Visirscheibe befinden und unten, nicht weit von ihrem unteren Ende, durch einen runden Querstab *D* mit einander verbunden sind. Am unteren Ende einer jeden dieser beiden Messingleisten befindet sich ein Vorsprung *E*, dessen Zweck unten erwähnt ist. — Die untere Abtheilung ist zum Aufbewahren der Platten bestimmt.

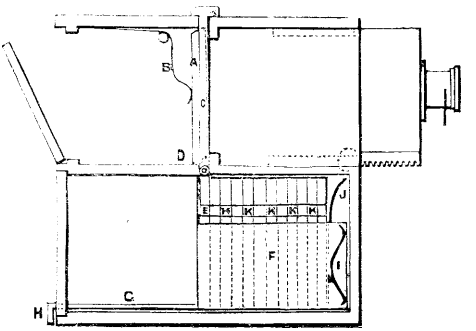


Fig. 596. Aird's Camera mit Wechselkasten.

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1861. Bd. 4, S. 165; aus Brit. Journ. Bd. 8, S. 265.

Es befindet sich darin ein Einsatz *F*, welcher die halbe Länge der Abtheilung einnimmt und von einem Ende bis zum anderen gehoben werden kann. Dies geschieht mittels der Messingplatte *G*, welche bei *H* nach aussen heraustritt und hier einen Griff hat. In diesem Einsatzkasten stehen zwölf cassettenartige Rahmen, welche die Platten enthalten und durch eine Feder *J* zusammengedrückt werden. An der hier befindlichen Rückwand des Einsatzkastens befindet sich oben ein abgeschrägtes Stück *s*. In der Höhe von *K* hat jede der Cassetten rechts und links einen Ausschnitt, in welche der Vorsprung *E* der Messingleisten *C* lose hineinpasst. Wenn alle zwölf Cassetten zusammengerückt im Einsatzkasten stehen, so bilden diese Ausschnitte *K* auf jeder Seite förmlich eine fortlaufende Nuthe. — Das Arbeiten mit dieser Camera geschieht folgen-

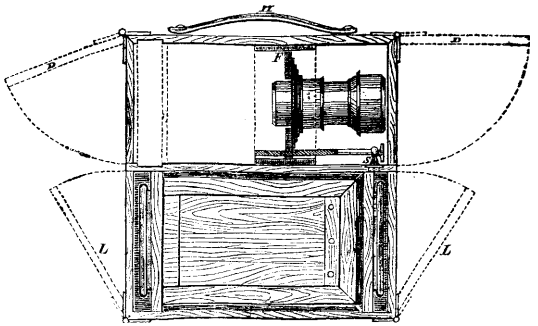


Fig. 597.

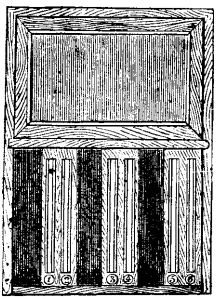


Fig. 598.

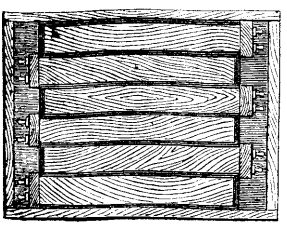


Fig. 599.

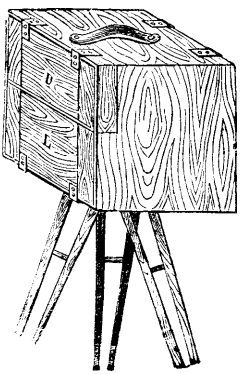


Fig. 600.

Camera und Plattenkasten.

dermassen: Nachdem man eingestellt hat, schliesst man den Objectivdeckel und die Klappe *L*, um das Licht abzusperren. Der Einsatzkasten *F* befindet sich in der auf der Zeichnung angegebenen Stellung. Sodann zieht man die Leisten *C* in die Höhe. Mittels der Vorsprünge *E* fassen die Leisten die erste Cassette im Einsatzkasten und bringen sie mit sich in die Höhe. Die Visirscheibe ist unten abgeschrägt und wird in Folge dessen durch das Querstück *D* zurückgedrängt und die Cassette mit der Platte tritt an ihre Stelle. Durch das Spiel der Feder *J* wird die im Einsatzkasten um eine Stelle weiter rücken. Nach dem Exponiren zieht man mittels der Stange *G* den Einsatzkasten *F* bis an's andere Ende des Raumes und drückt dann die Cassette mit der exponirten Platte wieder nach unten hinunter. Durch die veränderte Stellung des Einsatzkastens nimmt sie jetzt den letzten Platz ein. Das abgeschrägte Stück

dient als Leitung. Darauf schiebt man den Einsatzkasten F wieder zurück, wobei die Vorsprünge E nicht hindern. Da, wie schon bemerkt, die Ausschnitte K eine fortlaufende Nuthe bilden, durch welche der Vorsprung ungehindert passiren kann. Auf diese Weise kann man alle Platten exponiren. Man kann auch auf der Stange G eine Eintheilung anbringen und so die Platten in beliebiger Reihenfolge exponiren.

Eine mit einem Plattenkasten combinirte ältere Reisecamera zeigt Fig. 597 bis 600. Fig. 597 ist ein Längendurchschnitt der Camera und zeigt am unteren Theile die Cassette in der Seitenansicht; im oberen die zwei Linsen mit der Schraube zum Einstellen. Das Linsenpaar kann mit dem Rahmenstück F, in welchem es angebracht ist, nöthigenfalls ganz aus dem Dunkelkasten gezogen werden. Ein Stück Kautschuk kann an jedem der untern Thürchen LL befestigt werden, gerade dick genug, um leicht gegen die Schieber der Cassette zu drücken, wenn das Thürchen geschlossen ist. Fig. 598 zeigt das Ende der Camera, wenn man sich die zwei Thürchen wegdenkt, das matte Glas an seinem Orte und drei von den Cassetten in der darunter befindlichen Abtheilung; die andern drei treten am entgegengesetzten Ende ein. Fig. 599 ist eine Zeichnung des unteren Theiles der Camera und zeigt die sechs Cassetten in ihrer Stellung, jede mit einer besonderen Rinne, worin sie läuft. Fig. 600 ist eine perspectivische Zeichnung der Camera in geschlossenem Zustande, mit dem Leder- oder Metallgriff zum Tragen. — Der obere Theil des Kastens dient als Camera, der untere zum Einpacken der Cassetten.

Wechsel-Kästen und -Cassetten, welche von der Camera getrennt sind. Wechsel-Säcke und -Zelte.

Die Vorrichtungen zum Wechseln der Platten wird in zahlreichen Fällen von der Camera getrennt verwendet. Man wechselt in Kästen oder Säcken die belichteten Platten gegen unbelichtete aus. Solche „Wechsel-Kästen“ oder „-Säcke“ bestehen meistens aus lichtdichten Kästen oder Säcken mit Aermeln oder in eigens dazu construirten Cassetten, welche unmittelbar an die Plattenkästen befestigt und mit frischen Platten gefüllt werden können.

Die Vorrichtung zum Wechseln der Platten im Freien, der sogenannte Wechselkasten, welcher in Fig. 601 und 602 dargestellt ist, ist schon in der „Monographie de stéréoscope“ 1862 von de la Blanchère beschrieben [1]).

Der Plattenkasten (Fig. 601) besteht aus einem Kasten $ABCDQ$, welcher, um auch auf steinigem Boden festzustehen und dieselbe Lage zu behalten, mit Füssen, CDQ, versehen ist. Er wird am Griffe E getragen und kann 24 oder 25 Doppelplatten aufnehmen, wie man sie gewöhnlich für stereoscopische Aufnahmen verwendet. Doch lässt er sich von jeder andern Grösse herstellen. Die innern Falze sind abgerundet und ausgeschweift, damit die Gläser nur von den äussersten Rändern getragen werden und die empfindliche Schicht keine Verletzung erleidet. Der Boden CDQ des Kastens ist inwendig mit Guttapercha überzogen.

GF ist ein beweglicher Deckel, welcher sich in den Nuthen KL, AB mit sanfter Reibung bewegen lässt. Man erreicht diesen Zweck für immer, wenn die oberen Ränder der Nuth mit Tuch überzogen werden. Der Deckel lässt sich bei IJ

1) Aus Monckhoven's Handbuch der Photogr. 1864. S. 119.

durch ein Scharnier umschlagen, indem der Theil GIJ auf AKG niederklappt und sich unten festhakt. Der andere Theil FIJ bleibt in den Nuthen, wo ihn ein besonders angebrachter Schnäpper F festhält.

Der Theil $IJMN$ ist der wichtigste am Apparate. Er besteht aus einem Brettchen MN, welches am Deckel IJF befestigt ist und sich mit diesem in den

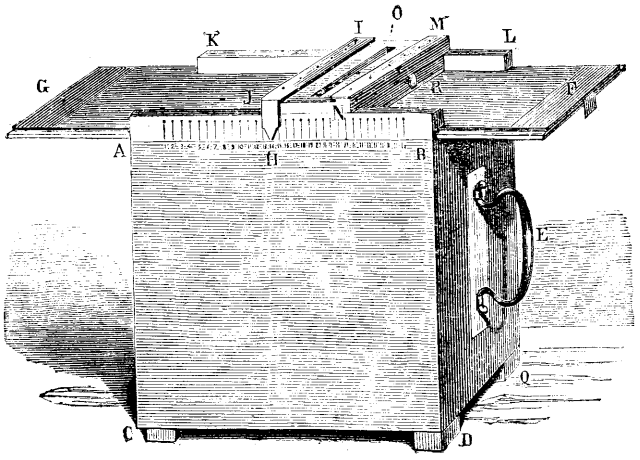


Fig. 601. Wechselkasten.

Nuthen bewegt. Dies Brettchen hat eine Oeffnung O, von der Grösse der Stereoscopplatten, welche durch eine innere Leiste verschlossen wird, worauf beständig eine Feder drückt. Wenn man aber den Knopf K herauszieht, folgt der daran befestigte Leisten nach und öffnet die Oeffnung O, welche sich beim Loslassen des Knopfes sofort wieder schliesst.

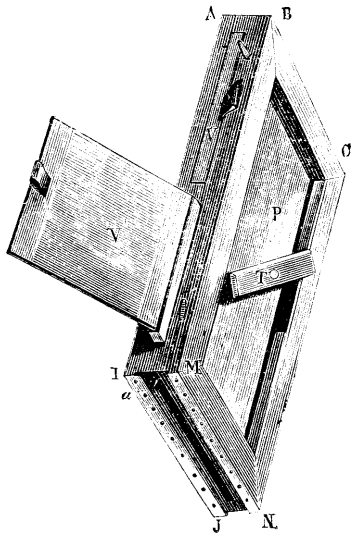


Fig. 602. Cassette zum Plattenwechseln.

AB ist ein Messingstreifen, von Löchern durchbohrt, welche genau dieselbe Entfernung haben, wie die Glasplatten im Innern des Kastens. H ist eine zugespitzte Nadel mit einem Loche, welches den Löchern des Messingstreifens AB, worauf die Nadel sich zugleich mit dem ganzen Deckel verschiebt, genau entspricht. Unter den Löchern befinden sich die Nummern 1 bis 25.

Wenn man die Nadel H einem Loche gegenüber bringt und hier durch einen Stift, der an einem Faden neben dem Kasten befestigt ist, feststellt, so wird diejenige Glasplatte, welche der Nummer entspricht, wo die Nadel festgestellt ist, nach Entfernung der Feder und des Leistens durch die Oeffnung O hindurchgehen können. Sobald das Licht eingewirkt hat, bringt man die Glasplatte an derselben Stelle wieder in den Kasten, schiebt die Nadel und dadurch den damit verbundenen Auszug GF um eine Nummer weiter. Hierdurch kann man jeden Augenblick erfahren, wie viel Glasplatten belichtet sind und wie viele noch unbelichtet geblieben.

Um die Glasplatten, ohne Nachtheil für die empfindliche Schicht, im Freien zu wechseln, bedient man sich der Cassette zum Plattenwechseln (Fig. 602). Diese Cassette besteht aus einem Gestelle $ACNI$, welches gewöhnlichen Cassetten analog ist und an einer der Camera zugekehrten Seite zwei Fallthüren VV' zeigt, wovon in unserer Figur die eine emporgezogen, die andere niedergelassen ist. Sie werden durch kleine Messingwirbel, die auf $ABIM$ befestigt sind, in letzterer Stellung festgehalten.

Am äussern Theile dieser Cassette befindet sich der Rahmen $BCMN$, wodurch das Ein- und Ausziehen des Schiebers P ermöglicht wird, der sich parallel mit der Fläche AIJ im Innern bewegt. Diese Bewegung wird durch zwei kleine Federn erleichtert, welche im Rahmen befestigt sind und den Schieber P nach auswärts drängen. T ist ein Wirbel, welcher sich auf einer Achse dreht, die am Schieber P befestigt ist. Dieser Wirbel ist darauf eingerichtet, dass er, wenn man den Schieber P hineinschiebt, in die Einfassung des Rahmens $BCMN$ einfällt, sobald man ihn in parallele Lage zu den Seiten MN und BC bringt. In dieser Stellung hält er den Schieber P fest.

In Fig. 602 ist der Wirbel weggedreht und der Schieber P von den Federn zurückgedrängt. In der Mitte der Seite $IJMN$ bemerkt man eine Spalte, durch welche die Glasplatte eingeschoben wird. Dies Einschieben ist aber nur möglich, wenn, wie in Fig. 601, der Schieber P losgemacht ist.

Sobald die Glasplatte in der Cassette ist, drehen wir das Querstück T, indem wir dasselbe gegen den Schieber P drücken, wodurch sich die Oeffnung $IJMN$ mittels einer inneren Randleiste verschliesst, welche sich am Schieber P befindet. — Wir wollen jetzt die gleichzeitige Verwendung der in Fig. 601 und 602 dargestellten Apparate betrachten.

Nachdem die Fallthüren V und V' der Cassette (Fig. 602) verschlossen und durch ihre Wirbel befestigt sind, und der Plattenkasten wie in Fig. 601 hergerichtet st, dreht man das Querstück A, um den Schieber P los zu machen. Man stellt den Theil IN der Cassette in den Theil IN des Deckels vom Kasten und schiebt den Theil $IJMN$ der Cassette, welcher mit zwei kleinen Messingleisten versehen ist, so weit in die dort befindliche Nuth, bis der Schnäpper a bei IN einschnappt (Fig. 602). In dieser Stellung correspondiren die beiden Spalten, und wenn man dem Plattenkasten oberhalb der Cassette eine senkrechte Stellung gibt, indem man zugleich die Feder R wegzieht, fällt die Glasplatte durch ihre eigene Schwere aus dem Kasten in die Cassette. Nun wird die Feder R losgelassen, welche die Spalte des Deckels verschliesst, und man dreht den Wirbel T, welcher den Schieber P an die Glasplatte drückt und zugleich die Spalte $IJMN$ verschliesst. Man trennt dann die Cassette vom Plattenkasten, bringt die Cassette in die Camera und exponirt die Glasplatte.

Um nach der Aufnahme die belichtete Platte in den Plattenkasten zurückzubringen, muss man umgekehrt verfahren. Die Apparate werden so gestellt, dass die Cassette oben steht, dann wird der Wirbel gedreht, um die Platte frei zu machen, und endlich die Feder R zurückgezogen, worauf die Glasplatte, wegen des unten angebrachten Kautschuks, ohne Stoss in den Kasten fällt. Man schiebt die Nadel H und den Deckel GF um eine Nummer weiter, kehrt das unterste des Kastens zu oberst und beginnt abermals dieselbe Reihenfolge von Operationen.

Heber construirte[1]) einen automatischen Plattenwechsel-Apparat nebst Cassette für Photographie, bei welchem die Möglichkeit einer zweimaligen Benutzung oder des Uebersehens einer Platte ausgeschlossen ist.

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1889. S. 101.

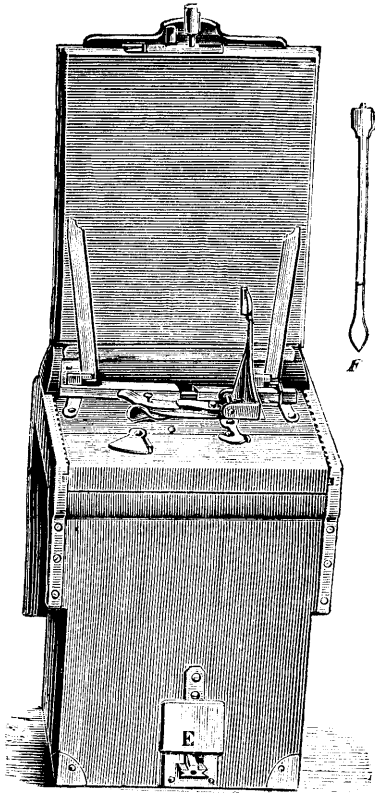


Fig. 603.

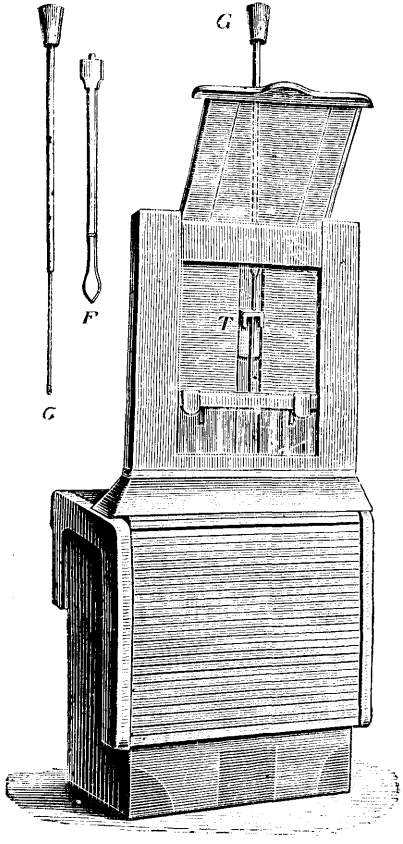


Fig. 604.
Heber's Plattenwechsel-Apparat.

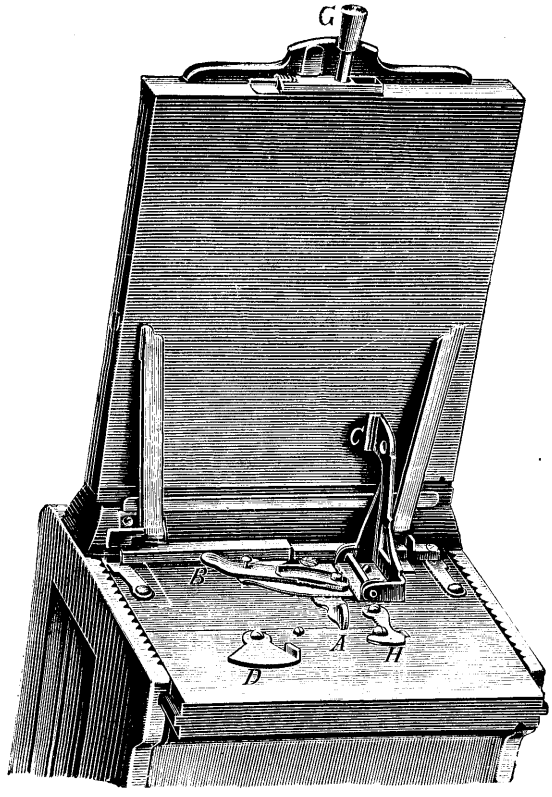


Fig. 605.

Für diesen Zweck ist jede der in Holzrähmchen befindlichen Platten mit Feder in entsprechender Führungsnuth eines Kastens gleitbar angeordnet, welch letzterer durch einen verschiebbaren Deckel, der mit einer Oeffnung für die Herausnahme der Platten versehen ist, geschlossen wird (s. Fig. 603 bis 605).

Die Oeffnung ist durch einen Schieber geschlossen, gegen dessen Unterfläche die zunächst in Gebrauch zu nehmende Platte mit der Oberkante ihres Rahmens durch einen Keil gepresst wird, der an der Unterfläche des Kastens in Führungen gleitet und seinen Antrieb durch Federwirkung erhält. Der erwähnte Rahmen tritt in die entstandene Oeffnung, sobald der Schieber zurückgezogen wird, von wo der Rahmen leicht unter Lichtabschluss in die Cassette befördert werden kann, während sich der Keil dem Hube entsprechend vorwärts bewegt. Andererseits bietet die nach dem Gebrauche wieder in den Kasten beförderte Platte dem Schieber einen Widerstand, wodurch die Weiterbewegung des Deckels möglich und die Oeffnung in demselben über die nächstfolgende Platte gebracht wird, während die gebrauchte Platte hinter dem Keile, der sich ebenfalls entsprechend vorwärts bewegt hat, fällt. Die Arretirung des Keiles in der Lage, in welcher die Gebrauchsplatte in die Oeffnung des Deckels hineinragt, wird durch die darauffolgende Platte bewirkt, deren Rahmen sich mit seiner Oberkante in eine Aussparung des Deckels legt.

Rob. Schreiner[1]) in Berlin construirte (1891) eine Wechsel-Cassette für Films (D. R.-P. No. 58749).

Das Gewicht für Format 13 × 18 cm beträgt 750 g. 50 Perutz-Häute 13 × 18 cm wiegen ca. 260 g, gefüllt also die ganze Cassette 1010 g, während 2 Doppel-Cassetten mit nur 4 Glasplatten schon ca. 1200 g wiegen.

Die Cassette besteht aus zwei zusammenhängenden Theilen: einem Vordertheil gleich einer gewöhnlichen einfachen Cassette Fig. 608 mit Schieber, dahinter eine Spiegelscheibe *g*, gegen welche die lichtempfindliche Haut gedrückt wird. Durchaus neu ist die Druckvorrichtung, welche in Fig. 606, besonders von hinten gesehen, dargestellt ist. Sie besteht aus einem Deckel *D*, der sich zurückklappen lässt, wenn der drehbar hinter demselben liegende Hebel senkrecht steht, wie Abbildung zeigt. In dieser Stellung kann man leicht eine Haut einschieben, so dass sie an der Glasplatte liegt; klappt man den Hebel hinunter, so drückt er den Deckel *D* und dieser die Haut gegen die Glasplatte *g* (Fig. 608).

Das Wechseln der exponirten Häute geschieht, indem man den Hebel aufrichtet, die Klappe *k* (Fig. 607), welche das Magazin *M* im

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1892, S. 351.

Hintertheil der Cassette verschliesst und welche mittels Schneppers zugehalten wird, öffnet, die exponirte Haut mit den Fingern fasst, und in den vorderen Theil des durch eine Reservespiegelscheibe getrennten Magazin-

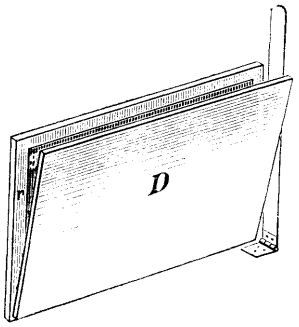


Fig. 606.

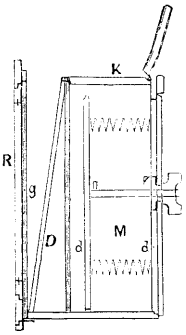


Fig. 607.

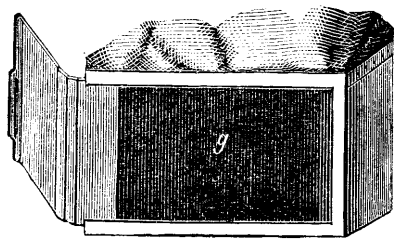


Fig. 608.

Schreiner's Wechselcassette.

raumes *M* (Fig. 607) steckt; sodann eine der nicht exponirten Häute, welche hinter der losen Reservescheibe liegen, ergreift und sie hinter die Scheibe *g* legt.

Dieses geschieht innerhalb eines lichtdichten Wechselstrumpfes Fig. 608, welcher an der Cassette befestigt ist und über die rechte Hand gezogen wird, so dass man das etwa $^1/_2$ Minute erfordernde Wechseln am hellen Tage besorgen kann; man muss aber die Klappe *k* schliessen, bevor man die Hand aus dem Wechselstrumpfe zieht. — Das Füllen des Magazinraumes geschieht nach Oeffnen der Rückwand *d* (Fig. 607), welche mit Schloss versehen ist.

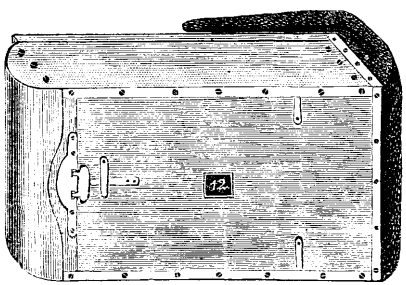


Fig. 609. Grundmann's Wechselcassette.

Wichtig ist das Reinigen der Spiegelscheibe *g*; zu diesem Zwecke zieht man den am Vorderahmen *R* unten befindlichen schmalen Metall-

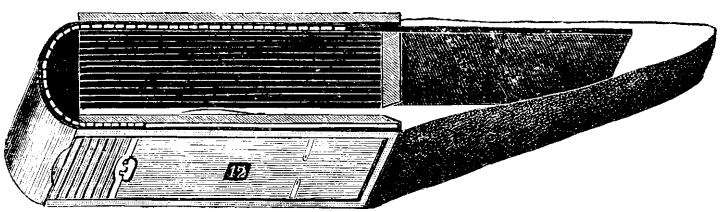


Fig. 610. Grundmann's Wechselcassette.

schieber heraus, lässt die Scheibe, nachdem der Hebel emporgehoben, herausfallen und putzt sie mit weichem Leder von beiden Seiten; eine Belichtung der Films ist dabei völlig ausgeschlossen und kann man sich

von der event. Nothwendigkeit des Putzens durch Aufziehen des Cassettenschiebers überzeugen.

Die Rückwand *d* ist doppelt und mit einer Druckvorrichtung versehen, welche die Films immer unter schwachem Druck erhält und beim Wechseln leicht ausser Function zu setzen ist.

Eine sehr sinnreiche Construction liegt der Grundmann-Zaspelschen „Magazin-Wechsel-Cassette mit Jalousieschieber" zu Grunde [1]). Dieselbe (Fig. 609 und 610) fasst zwölf Platten oder Films, welche in Blechrähmchen gesteckt werden. Man setzt die Cassette wie jede andere Cassette an die Camera und zieht um zu exponiren den Jalousieschieber bis zum Anstossen auf. Nach der Belichtung schiebt man den Jalousieschieber nach der entgegengesetzten Richtung, wodurch die Cassette geschlossen und die belichtete Platte gleichzeitig durch den vorderen Spalt in den Wechselsack befördert wird, aus welchem man dieselbe durch den hinteren Spalt leicht in die Cassette zurückschiebt. — Die Messingfeder an der Schmalseite des Deckels verhindert das unbeabsichtigte Aufziehen des Jalousieschiebers. Durch das Rubinglas im Deckel kann man die auf der Rückseite der Rähmchen befindlichen Zahlen deutlich lesen und so genau erkennen, wie viel Platten belichtet sind.

Dr. Stolze bediente sich bei seinen Aufnahmen der Ruinen von Persepolis folgenden Wechselkastens: Derselbe diente nicht nur zum Wechseln und Trocknen, sondern auch zum Präpariren nasser Platten, war im Lichten 80 cm lang, 45 cm breit und 47 cm hoch. In seinem Boden befanden sich drei Löcher, in welche drei starke Beine hineinpassten, die ihn so hoch über den Erdboden erhoben, dass man in den aufgeklappten Kasten bequem mit beiden Armen hineinfassen konnte, so dass der Rand des Kastens bis in die Achselhöhlen reichte. Der Deckel liess sich um einen Winkel von 60 Grad hochklappen und in dieser Lage feststellen. Seine beiden kurzen Seiten waren mit dem Rande des Kastens durch zwei dreieckige Stücke Stoff lichtdicht verbunden, während eine gleichfalls lichtdichte Decke am Deckel und Kasten festgeknöpft und so über Kopf, Arme und Oberkörper heruntergeschlagen wurde, dass auch nicht eine Spur schädlichen Lichtes in den Kasten drang. Im Deckel selbst war ein von innen und aussen durch Schutzklappen verschliessbares vierfaches gelbes Fenster. Im Boden des Kastens befanden sich zwei rechtwinklige Oeffnungen, in welche Plattenkasten und Taucheuvette versenkt wurde. Der ganze Kasten war von aussen mit Blech beschlagen. — Obwohl der Kasten schwer und nichts weniger als compendiös ist, empfiehlt ihn dennoch Stolze wegen seiner Unverwüstlichkeit namentlich für Reisende [2]).

Ueber den Wechselsack schreibt F. Stolze [3]), welcher sich bei seinen Arbeiten mit Trockenplatten in Persien vorzugsweise eines solchen bediente, folgendes:

„Ein guter Wechselsack muss weit und lang sein, damit man Plattenkasten und Cassetten hineinnehmen und sich doch bequem darin bewegen kann. Da ich mit

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1892. S. 353.
2) Phot. Wochenbl. 1881. S. 279.
3) Phot. Wochenbl. 1881. S. 107.

Platten von 40:40 cm arbeite, brauche ich den Sack besonders weit, während die Länge wohl stets dieselbe sein kann. Die Dimensionen, die ich gewählt habe, und die für die meisten Fälle ausreichen dürften, sind 2 m Länge und 2,5 m Weite, also 5 m Umfang. Um mit Sicherheit völlige Lichtdichtheit zu erzielen, muss man den Sack aus drei Lagen dichten Cattuns anfertigen; ich wähle für die beiden äusseren feinsten schwarzen englischen Cattun, für die innere, um die nöthige Helligkeit zu erzielen, goldgelben Glanzcattun. An der Stelle, wo das Gesicht sich befindet, wenn man den Sack überhängt, bringt man ein Fenster an, welches nicht zu klein sein sollte; für die obigen Dimensionen habe ich es 40 cm lang und breit gemacht. Man schneidet dazu nur die beiden oberen Cattunlagen fort, da der gelbe Glanzcattun selbst vortheilhaft einen Theil des Fensters bildet; für gewöhnliche, im Silberbade, hergestellte Trockenplatten ist darüber eine Lage Wachstaffet ausreichend, für Emulsionsplatten aber würde man hierbei den dichtesten Schleier erhalten. Ich habe daher über dem gelben Glanzcattun 8 Lagen Wachstaffet und eine Lage scharlachrothe Seide. Man sollte dabei je 4 und 4 Lagen des Wachstaffets fest zusammensteppen, damit, wenn eine irgendwo bricht, die andren vor dem Spalt sind."

„Alle Nähte müssen so genäht werden, dass die Stiche durch Stoff gedeckt sind und nicht durch und durch gehen. Zugleich müssen aber die verschiedenen Lagen des Stoffes so mit einander verbunden sein, dass man durch Anfassen der einen die andren mit bewegt; sonst verwirrt sich der Sack, wenn man ein Weilchen damit gearbeitet hat."

Stolze verfuhr bei der Arbeit nun folgendermassen: Er setzte sich an Ort und Stelle auf einen Plattenkasten oder einen Feldstuhl und stellte den Kasten, in dem die einzulegenden Platten sind, sowie seine drei an alle drei Cameras passenden Cassetten neben sich.

Wer jung und gelenkig genug dazu ist, kann sich auch einfach hinhocken. Dann zog er den Sack, der vorher hinter ihm lag, über den Kopf oder liess ihn von einem Gehülfen überdecken. Es ist darin vollkommen hell genug, um die Platten bequem einzulegen. Sobald dies geschehen war, exponirte Stolze, ging wieder unter den Sack und so fort. Er hatte auf diese Weise mit fortwährend gewechselten Standpunkten in Heidelberg in $2^1/_2$ Stunden 13 Platten 40:40 cm, in Persien in einem Falle in $4^1/_2$ Stunden 46 Platten 20:20 cm gemacht. Hätte er erst ein Zelt aufschlagen sollen, so wäre damit nicht nur kostbare Zeit verloren gegangen, er hätte in dem zweiten angeführten Falle, wo es sich um Aufnahme einer Moschee in kürzester Frist und mit möglichst geringer Erregung von Aufsehen handelte, die Aufnahme überhaupt unterlassen müssen.

Am vortheilhaftesten zeigt sich aber der Wechselsack, wo man in Thürme oder auf Berge steigen muss. Er ist nicht nur in jedem Augenblicke bereit, der Raum, den man dazu braucht, ist auch so gering, sein Transport so leicht und bequem, dass kein Wechselkasten, geschweige denn ein Zelt mit ihm concurriren kann. Und wenn nun gar heftiger Wind weht, so sind Zelt und Wechselkasten stets in Gefahr, umgeblasen zu werden, während der Wechselsack aufrecht bleibt, wenn ein Mensch es vermag. Stolze erinnert sich einer Aufnahme auf Tul e Pai Tul bei Bushire, wo sein Zelt, obwohl es durch vier Stricke an Felsblöcken befestigt war, durch den Sturm umgeworfen wurde; mit seinem Wechselsack aber machte er die Aufnahme möglich, und hatte von dem Augenblick an das Zelt bei Seite geworfen.

Als Beispiel eines Wechselkastens für Trockenplatten mag Percy Hardwick's „Changing-Box" dienen[1]). Der Ueberzug des Kastens ist

1) Brit. Journ. Phot. Almanac for 1879. S. 163.

aus zwei Schichten von dichtem Calico gemacht (die innere schwarz, die äussere hell), zwischen welchen braunes Papier gelegt ist. In Fig. 611a

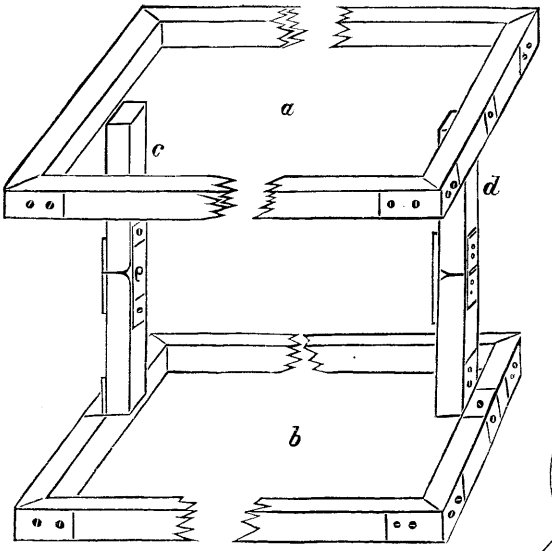


Fig. 611. Wechselbüchse.

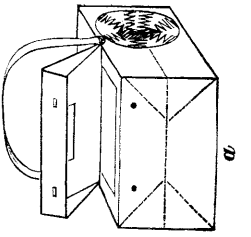


Fig. 612.

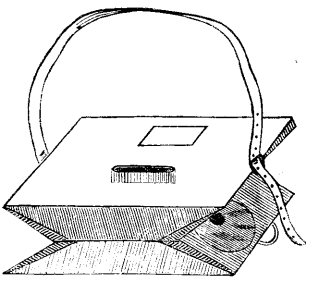


Fig. 613.

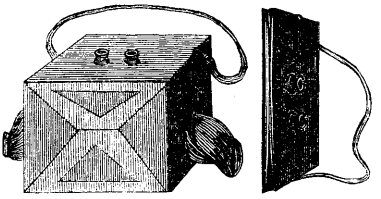


Fig. 615. Fig. 616.
Shew's Wechselbüchse.

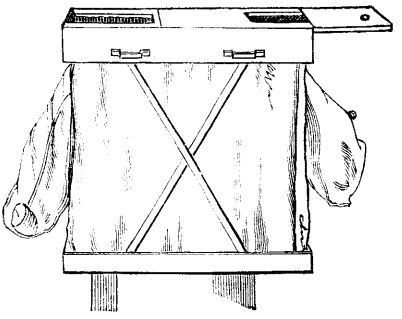


Fig. 617.

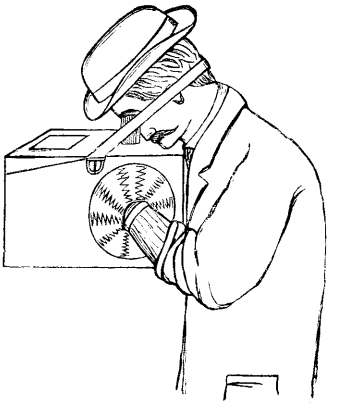


Fig. 614.

Wechselbüchsen.

und b sind die Holzrahmen des Kastens dargestellt, welche an den Enden mit Messingblech beschlagen, resp. durch Scharniere verbunden

sind. Fig. 611 *c* und *d*. Holzstützen mit Scharnieren; *e* Kautschukband. Fig. 612: *a* zeigt die Thüre des offenen Kastens und die punktirten Linien zeigen die Falten im Ueberzuge, für den Fall, als man den Kasten nach Fig. 613 zusammenklappt. Fig. 613 zeigt den zusammengelegten Kasten sammt (rothem) Glasfenster. In Fig. 612 ist die Büchse. Fig. 614 zeigt sie im Gebrauch.

Fig. 618.

James Shew's Wechselbüchse (Changing box) für Trockenplatten ist in Fig. 615 auseinandergezogen, in Fig. 616 zusammengelegt dargestellt.

A. Bierl[1]) brachte die Wechselvorrichtung in Form eines Reisesackes (s. Fig. 618): sie besteht aus doppeltem lichtdichten Stoffe mit zwei nach unten auslaufenden und mit Gummizug versehenen Aermeln, welch letztere an die Gelenke der eingeführten Hände (Fig. 620) lichtdicht anschliessen, hier aber — bei Fig. 618 — nach innen geschlagen und mit Lederschleifen verknöpft sind, um ein Herausfallen der im Sacke befindlichen Gegenstände zu verhindern.

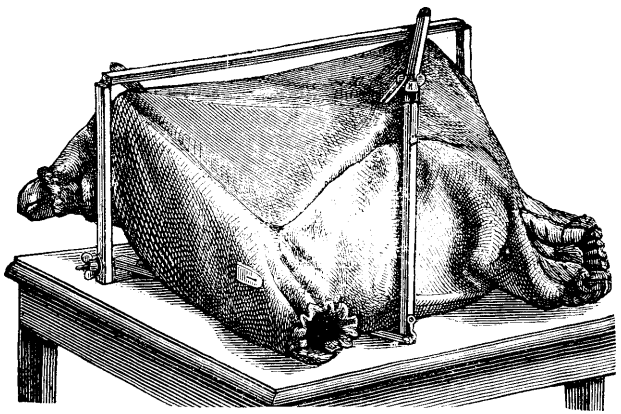


Fig. 619. Wechselsack.

Ueber den Verschluss oben wird im Benützungsfalle eine mit Gummizug versehene Lichtklappe gestülpt (Fig. 619 und 620), wodurch jeder Lichtzutritt absolut ausgeschlossen wird.

Im Sacke befindet sich Camera, Objectiv, Stativ, Cassette, Blechbüchse und Plattenvorrathsschachteln. Ausserdem ist noch Raum vor-

1) S. Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1889. S. 257.

handen zur Unterbringung verschiedener für den Touristen nöthigen Utensilien.

Ein leichtes, zusammenlegbares Spanngestell dient zum Auseinanderspannen des Sackes (Fig. 619 und 620), wodurch im Sackinnern ein derartig hohler Raum geschaffen wird, dass das Arbeiten in demselben mit unglaublicher Bequemlichkeit stattfinden kann.

Die Bequemlichkeit des Arbeitens im Innern des Sackes wird erhöht durch die Anwendung einer lichtdichten Blechbüchse, welche zunächst bezweckt, die Platten ohne Papierumhüllung aufzunehmen, und ist dieselbe in zwei Hälften eingetheilt, wovon man die eine (obere) Hälfte mit 6 Platten füllt, um dann jede Platte nach geschehener Exposition in die andere (untere) Hälfte zu verbringen.

Fig. 620. Wechselsack.

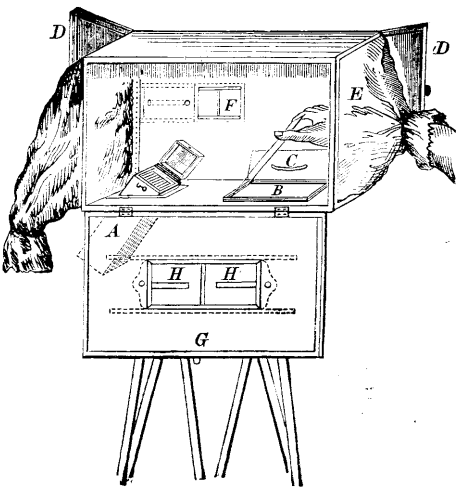


Fig. 621. Highley's Wechselkasten.

Manche verwenden Wechsel-Säcke, welche so gross sind, dass der ganze Oberkörper darin Platz findet; in diesem Falle sind kleine rothe Fenster aus transparentem Stoffe am Sacke angebracht.

Der Wechselkasten von C. D. Smith, Fig. 617, ist so eingerichtet, dass man die Camera, drei Doppelcassetten und einen Plattenkasten mit 12 Platten hineinsetzen kann. Er lässt sich in einer Minute aufschlagen. Die Arme werden durch die beiden Aermel gesteckt. Oben in dem Schieber ist eine gelbe (für Bromsilbergelatine-Platten rothe. Verf.) Scheibe angebracht, durch die man in den Kasten hineinsieht. Der Schieber ist zum Oeffnen, damit man die Camera, Cassette etc. von oben hineinsetzen kann, anstatt sie durch einen der Aermel zu schieben[1]).

S. Highley's älterer Wechselkasten ist in Fig. 621 dargestellt[2]). Er benutzt den Kasten, welcher zum Transport der Platten dient, auch als Wechselkasten. Der

1) Phot. Archiv. 1866. S. 203; aus Illustr. Photogr.

2) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5, S. 7; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 8, S. 290.

Kasten ist 17 Zoll lang, 11 Zoll hoch und $8^1/_2$ Zoll tief. Nachdem man den Kasten fest auf's Stativ aufgeschraubt hat, wird ein Plattenkasten *A* eingeführt. Nun wird eine Cassette *B* auf den Boden des Kastens gelegt und an einer hervorstehenden Unterlage befestigt, um ihn in der Stellung zu erhalten. Der Deckel *C* wird zurückgeschlagen; eine Thür an der Seite *D* geöffnet und ein schliessender Aermel von schwarzem Tuche *E* hervorgezogen. Dann zieht man einen verschiebbaren Schalter von einem gelben[2]) Fenster *F* zurück, das sich an der Rückseite des Kastens befindet und die Fallthür *G* wird geschlossen und verriegelt. Die Schalter *HH* an der Aussenseite werden dann aufgemacht und von einem grossen in der Thüre befindlichen gelben Fenster zurückgezogen, durch welches der Operateur dann sehen kann, wie er im

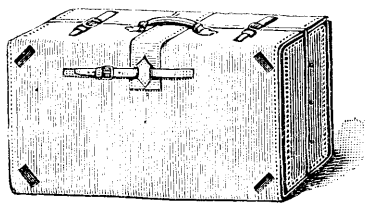


Fig. 622.

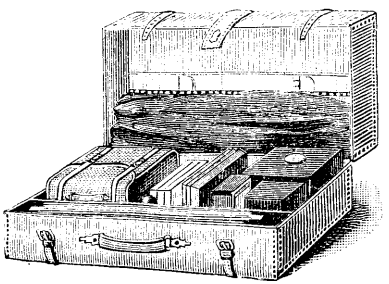


Fig. 623.

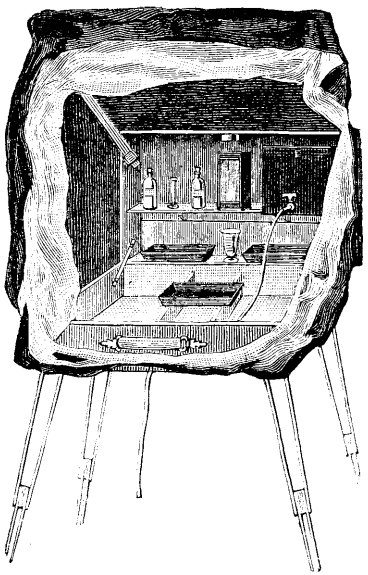


Fig. 624.

Photographische Reise-Koffer.

Kasten arbeitet. Nun führt man die rechte Hand durch den Aermel *E* ein, öffnet den Deckel von *A*, fasst die Ecken der ersten Platte und bringt sie in die Cassette *B*. Dann wird der Cassetten-Deckel *C* geschlossen; ebenso der Deckel des Plattenkastens. In ähnlicher Weise werden die exponirten Platten wieder verwahrt.

Fig. 622 bis 624 zeigt ein englisches, von Hougthon & Son (London) in den Handel gebrachtes Reisezelt, worin die Platten gewechselt und auch entwickelt werden können; dieses Zelt, sowie Camera, Linsen und Dreifuss ist in einem Koffer untergebracht: Fig. 624 zeigt, wie der Koffer auf Füsse gestellt und in ein Entwicklungszelt verwandelt ist[3]).

---

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5, S. 7; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 8, S. 290.

2) Der Apparat war für Collodion-Trockenplatten construirt; für Gelatineplatten würde gelbes Glas nicht genügen.

3) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1889. S. 332.

Ein tragbares Reisezelt in Schirmform (Fig. 625) aus rubinrothem Stoffe, welches zum Wechseln oder auch Entwickeln der Platten auf der Reise dient, erzeugt B. Wachtl (Wien); zusammengelegt nimmt der

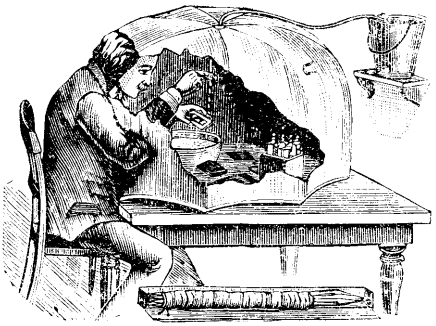


Fig. 625.

Apparat wenig Raum ein und kann in ein Kistchen von 70 cm Länge untergebracht werden.

Eine andere Vorrichtung, welche an jedem Camera-Stative befestigt werden kann (gleichfalls von B. Wachtl), ist in Fig. 626 abgebildet. Der Operateur sieht durch ein gelbes Glas ins Innere und seine Hände sind mit dicht anliegenden Aermeln lichtdicht abgeschlossen.

Fig. 626. Wechselsack.

DREIUNDZWANZIGSTES CAPITEL.

DIE MOMENT-HAND-CAMERA, DETECTIV-CAMERA UND VERSCHIEDENE MOMENTAPPARATE MIT VERÄNDERLICHER UND FIXER EINSTELLUNG.

Bei den im Vorhergehenden beschriebenen Apparaten ist die Anwendung von Stativen vorausgesetzt, mittels welcher man die Camera aufstellt, worauf man die Visirscheibe einsetzt, scharf einstellt und die nöthige Zeitdauer, eventuell momentan, belichtet. Dieses Verfahren steht bei Landschafts-, Architectur-, Personen-Aufnahmen etc. allgemein im Gebrauche und es gibt auch bei Moment-Aufnahmen in grösserem Formate die besten Resultate.

Sind jedoch sehr belebte Scenen oder ein sich rasch vorbeibewegendes Object zu photographiren, so erübrigt nicht die zum Einstellen erforderliche Zeit: man muss deshalb den Apparat schon früher auf die nöthige Bildweite eingestellt haben und sich bei der Aufnahme einer Visirvorrichtung oder eines „Suchers" (s. S. 408) bedienen, um das Bild zu erhaschen. Noch schwieriger sind die Verhältnisse, wenn die Benutzung der Camera möglichst unbemerkt vor fremden Zuschauern vor sich gehen soll und man sich auf die Momentaufnahme nicht genügend lange Zeit vorbereiten kann.

Kleine handliche Apparate, welche man leicht mit sich nehmen und beim Exponiren frei in die Hand nehmen kann, wurden schon seit den älteren Zeiten der Photographie construirt. Da dieselben nur dann zweckdienlich sind, wenn man Augenblicks-Aufnahmen macht[1]), so folgt daraus, dass die kleinen Hand-Apparate in der Regel nur

1) Für Daueraufnahmen wären die Schwankungen beim Halten in der freien Hand zu gross und es würden unscharfe Bilder resultiren.

zu Momentbildern bei gutem Lichte gut zu gebrauchen sind. Da diese Hand-Apparate häufig vollkommen versteckt in Function gesetzt werden können, so nennt man sie auch „Detectiv-Apparate".

Da ferner bei Augenblicks-Aufnahmen aus freier Hand in der Regel keine Zeit zur Scharf-Einstellung des Bildes bleibt, so wird die Camera ein für allemal eingestellt und sie ist deshalb mit lichtstarken Objectiven von kurzer Brennweite versehen, bei welchen alle Gegenstände scharf erscheinen, welche durchschnittlich 5 bis 10 m (bis Unendlich) vom Objective entfernt sind. Dies kann man nur erreichen, wenn man Objective von kurzer Brennweite und ziemlich grossem Gesichtsfeldwinkel nimmt; der Grund hierfür wurde bereits auf Seite 238 erörtert.

Solche geeignete Objective sind Antiplanete, Euryscope, Aplanate, Anastigmate etc. (s. S. 259) von 6 bis ungefähr 15 cm Brennweite (s. S. 99. 100, 108, und 259), welche man aber nur mässig (z. B.: auf $\frac{f}{10}$ bis $\frac{f}{15}$ wie Seite 259 näher erörtert wurde) abblenden darf. Unter diesen Umständen ist es begreiflich, dass man nur kleine Bildformate erzielen kann. In der That sind die meisten Detectiv-Cameras für kleine Plattenformate z. B.: 6×6 cm oder 6×8 cm eingerichtet; Detectiv- oder Hand-Cameras für Visitbilder (9×12 cm) sind schon grössere Mittelformate und Format 13×18 cm gelten in diesem Falle schon als gross.

Je kleiner die Objectivbrennweite, desto grösser ist die Tiefe der Schärfe, aber es wird die Perspective nicht selten scheinbar damit übertrieben: man nimmt für Visitbilder im Durchschnitte eine Brennweite von 15 cm. Bei grösseren Objectivnummern beginnt die Tiefe der Schärfe erst über 30 bis 50 m (s. die Tabelle auf Seite 238) und man muss für näher gelegene Objecte scharf einstellen. In diesem Falle muss man einen Doppelapparat mit variabler Einstellung anwenden und mit einem zweiten identischen Objective von Fall zu Fall einstellen (s. Seite 406) oder man benutzt die Combination von Spiegel und Visirscheibe zum Einstellen (S. 401) oder man bringt am Bodenbrette der verschiebbaren Camera eine Scala an, an welcher man ablesen kann, welche Stellung der Visirscheibe, je nach der Entfernung der Objecte, ein scharfes Bild gibt. Hierbei muss in jedem einzelnen Falle diese Entfernung geschätzt oder gemessen werden.

Die kleinen photographischen Handapparate sind namentlich bei Reisenden, Künstlern und Gelehrten beliebt. Obschon sie eigentlich für Architectur- und Interieur-Aufnahmen nicht bestimmt sind, so kann man sie dennoch dazu verwenden, wenn man den Apparat auf ein Fundament (Tisch, Stativ etc.) stellt und bei schlechter Beleuchtung während längerer

Zeit belichtet. Deshalb sind bei den meisten Hand-Cameras Vorrichtungen angebracht, dass man nicht nur momentan belichten, sondern den Momentverschluss dauernd öffnen und nach beliebiger Zeit wieder schliessen kann. Für Dauer-Aufnahmen liegt an einer Verlängerung der Belichtungszeit durch kleine Blenden nur wenig, während der Gewinn an der Bildschärfe bedeutend ist. — Solchen Handapparaten, welche eventuell auch zu Dauer-Aufnahmen (mit Stativ) verwendet werden, sind daher auch kleine Objectivblenden beigegeben, während jene Apparate, welche bloss zu Moment-Aufnahmen dienen, nur eine grosse und unbewegliche Blende enthalten.

Man könnte die Hand- und Moment-Apparate verschiedenartig eintheilen, z. B.:

1. In solche, mit unveränderlicher (fixer) Einstellung und mit veränderlicher Einstellung.

2. In eigentliche Moment-Cameras und solche, welche auch Dauer-Aufnahmen gestatten.

3. In Apparate mit einzelnen, separaten Cassetten; — mit Plattenmagazin und Wechselkasten oder Rollcassetten, und in solche für Serien-Aufnahmen, bei welchen von einer Bewegungserscheinung in rascher Aufeinanderfolge mehrere Aufnahmen in regelmässigen Zeitintervallen gemacht werden können.

Alle diese Eintheilungen sind jedoch keine scharfen und nicht völlig genau, weil jeder Camera-Typus leicht für verschiedene Cassetten- oder Platten-Magazine angepasst werden kann oder an jedem Objective Vorrichtungen für Moment- und Dauer-Aufnahmen gemacht werden; auch ist die Eintheilung in Cameras mit fixer und veränderlicher Einstellung nicht immer charakteristisch für den Apparat.

Wir beschränken uns daher im Nachfolgenden eine Uebersicht von einigen der verbreiteteren und besten Apparate dieser Art, sowie von solchen, welche historisch interessant sind, zu geben.

I. Moment- und Hand-Cameras mit unveränderlicher Einstellung nach Art der unverstellbaren Kasten-Camera.

Man bringt an eine kleine Kasten-Camera ein Objectiv von kurzer Brennweite an und gibt dem Kästchen eine solche Tiefe, dass das Bild von Gegenständen, welche ungefähr 10—20 Schritte bis Unendlich vom Objective entfernt sind noch gleichmässig scharf erscheint. (Vergl. die diesbezügliche Tabelle auf Seite 239 dieses Bandes.)

Es wurden sehr zahlreiche Moment- und Hand-Cameras dieser Art construirt und in der That ist diese Construction besonders zur Herstellung einfacher und eventuell auch billiger Apparate geeignet.

Eine der einfachsten Formen einer Moment-Camera mit festem Auszuge in Kastenform zeigt Fig. 627. (Buchmann's „Schüler-Apparat", Breslau.) Das Holzkästchen ist mit einer einfachen Linse versehen und sogar Visirscheibe mit Cassette entbehrlich gemacht, indem die Platte direct in das Kästchen eingeführt ist. Solche Apparate sind nur als Spielzeug verwendbar.

Einen sehr compendiösen Apparat dieser Art legte Bertsch zuerst im Jahre 1860 der französischen photographischen Gesellschaft unter dem Namen „Automatische Camera" vor[1]); dieselbe hatte weder Cassette noch Visirscheibe und brauchte niemals

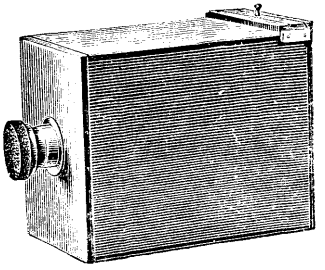


Fig. 627.

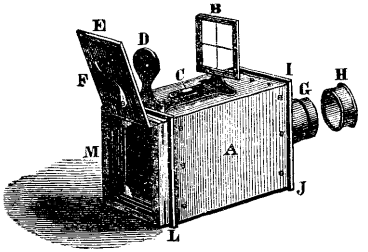


Fig. 628. Bertsch's Automatische Camera.

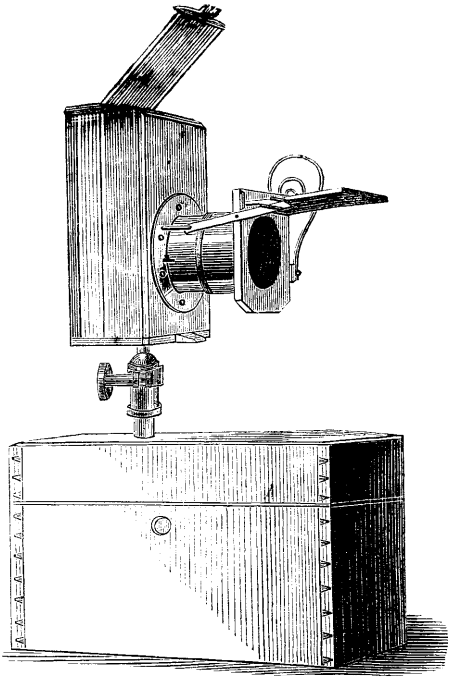


Fig. 629. Ottewill's Camera.

eingestellt zu werden. Die Camera war nur 10 cm gross, gab also nur sehr kleine Bildchen. Das kleine einfache (37 mm) Objectiv (*G*) gab alle Gegenstände, die über 20 Schritt hinaus entfernt waren, unter einem Winkel von 23 Grad ganz scharf. Fig. 628 zeigt die Einrichtung der Camera. *A* ist ein Kästchen aus Messing, welches durch die Ansätze *J* und *L* versteift ist. Eine Wasserwage *C* und ein Visir *B* dienen dazu, die Landschaft in der günstigsten Weise in die Mitte der Cassette *M* zu placiren. *E* ist der Cassettendeckel, welcher die empfindliche Platte mittels einer Feder an die Rahmen *M* drückt. Die Plattengrösse war 6 bis 8 cm im Gevierte; die Bildchen wurden vergrössert. Die Camera wurde auf ein Stativ, welches wie ein Reisestock zusammengelegt werden konnte, gesetzt.

1) Phot. Archiv. 1860. S. 156. Horn's Phot. Journ. Bd. 16, S. 99 und Bd. 19, S. 65. Monckhoven's Phot. Optik. 1866. S. 164.

Ottewill construirte eine Miniatur-Camera (Fig. 629), welche in ein Kästchen von $5^1/_2$ mit $3^1/_2$ Zoll Tiefe passte[1]). Vor der Linse war die in Fig. 629 ersichtliche Verschlussklappe angebracht, welche durch eine Drahtfeder niedergedrückt und bei einem Hebel geöffnet werden konnte[1]).

Fischer nannte seinen leicht transportablen photographischen Apparat, für Reisen und Spaziergänge, welcher aus Pappe (mit Schellack-Lösung getränkt) gemacht war, „Vademecum-Apparat“[2]).

Kleine Taschen-Cameras können aus Metallstäben, welche mit schwarzem Zeuge überzogen sind, hergestellt werden, wie z. B. G. Edwards 1855 angab.[3])

Eine sehr einfache Form des Momentapparates in Form eines unverstellbaren Kästchens hat Goerz's (Berlin) sog. „Velox“[4]), welcher eine einfache Linse von 10 cm Focus und einen rotirenden Momentverschluss (s. S. 327) besitzt. Die Bildgrösse ist etwas kleiner als Visitplatten. Es sind gewöhnliche Cartoncassetten beigegeben. Das Visiren geschieht über einen Metallstift mittels eines Visirloches (s. Fig. 630). Als Momentverschluss dient eine drehbare Scheibe, welche durch einen Druck an einem Sperrhaken ausgelöst wird; der Apparat entspricht bescheidenen Anforderungen.

Fig. 630.

Eine sehr vollkommene Form dieser Art von Moment-Cameras ist jene der Anschütz'schen Camera, welche durch C. P. Goerz in Schöneberg-Berlin erzeugt wird.[5])

Fig. 631 zeigt Anschütz's Moment-Camera in der Umhängetasche sammt den Doppelcassetten.

Der Apparat ist mit einem Visir versehen, welches angibt, wieviel von dem Objecte auf die Platte kommt. Anschütz gibt dieser Einrichtung den Vorzug von den sogen. Suchern, welche das Bild mittels eines Spiegels auf eine matte Scheibe projiciren, da das in der Wirklichkeit gesehene Bild besser und schneller zu beurtheilen ist, und ausserdem der Apparat bei der Aufnahme in der richtigen Höhe gehalten werden kann, während die mit den erwähnten Suchern versehenen Apparate so niedrig gehalten werden müssen, dass das Bild mitunter zu viel Vordergrund erhält.

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 102; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 7, S. 317.

2) Phot. Mitth. 1867. Bd. 4, S. 103.

3) Journ. phot. Lond. Bd. 2, S. 161 u. f. Kreutzer's Jahrber. d. Phot. 1855. S. 35.

4) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1889. S. 217.

5) Eder's Jahrbuch für 1891. S. 292.

Die Visirscheibe, welche zur scharfen Einstellung des Bildes dient, ist mit einer Lichtklappe versehen, welche das schwarze Tuch überflüssig macht.

Fig. 632 zeigt die Camera. Beim Gebrauche visirt man mit dem Auge über die Spitze des Zeigers *h* und den Kreuzungspunkt der beiden Fäden des Visirrahmens *hh'* nach dem Objecte, welches in den Mittelpunkt des anfzunehmenden Bildes kommen soll; alsdann geben die äusseren Kanten des Visirrahmens die Grenzen des Bildes an. Man hat es hierdurch ganz in der Hand, durch eine Wendung der Camera ein möglichst schön abgeschlossenes Bild zu erhalten.

Durch Drücken mit dem Zeigefinger der rechten Hand auf den kleinen Knopf *d* wird nun der Momentverschluss ausgelöst, und der Schlitz der Jalousie gleitet an der lichtempfindlichen Platte vorüber, wodurch die Aufnahme bewirkt wird.

Man schliesse dann sogleich den Cassettenschieber wieder. Es empfiehlt sich, denselben weder vor noch nach der Belichtung nicht länger als unbedingt nothwendig geöffnet zu behalten.

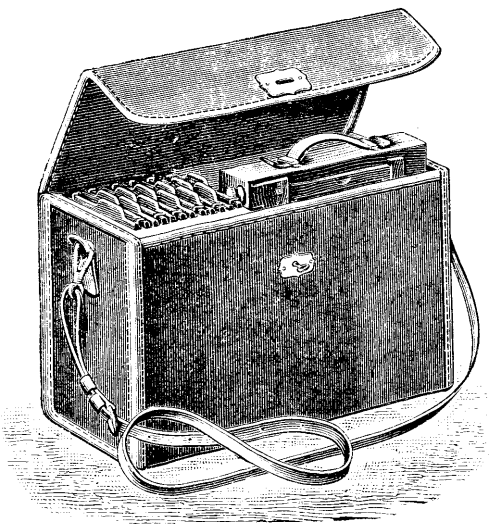


Fig. 631.

Als Objectiv ist ein Goerz'sches Rapid-Lynkeioskop von 15 cm Focus (s. Seite 99) beigegeben. Der unmittelbar vor der empfindlichen Platte angebrachte Anschütz'sche Momentverschluss wird bereits auf Seite 317 beschrieben.

Der Apparat kann bei Moment-Aufnahmen frei in der Hand gehalten werden. Ein Stativ ist nicht nothwendig, sobald nicht längere Belichtungszeiten erwünscht sind. Für den letzteren Fall ist dem Apparate ein dreitheiliges Stativ (Fig. 633) beigegeben, welches sehr leicht und mit einem von Anschütz construirten Kugelgelenk (Fig. 634) versehen ist, mittels dessen sich die Camera schnell hoch und quer, nach oben und nach unten, überhaupt nach allen Richtungen wenden lässt.

Die Verwendung von Moment-Cameras mit Watson's Sucher sind unauffälliger als directe Visir-Vorrichtungen, weil man nicht direct gegen die zu photographirenden Objecte zu visiren braucht.

Häufig bringt man den Apparat in Form eines oblongen Kästchens, befestigt den Sucher im Innern (wie bei Krügener's Apparaten) und combinirt ihn wohl auch mit einem Plattenmagazine.

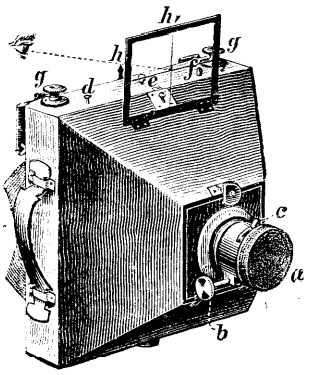


Fig. 632.

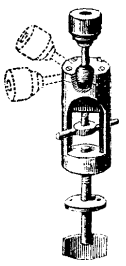


Fig. 633.

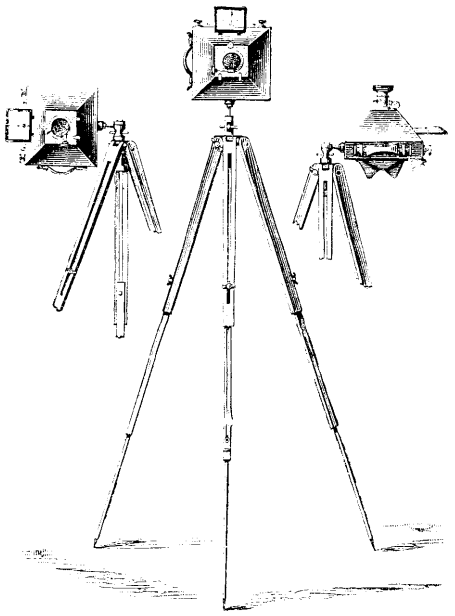


Fig. 634.

Anschütz's Moment-Apparat auf Stativ mit Kugelgelenk.

Hierher gehören mehrere von Dr. Krügener in Bockenheim bei Frankfurt a. M. ausgeführte vortreffliche Constructionen.

Dr. R. Krügener's Simplex-Magazin-Camera[1]) ist mit einem Magazine versehen, welches die empfindlichen Platten hintereinanderstehend enthält. Zum Belichten werden die einzelnen Platten der Reihe nach in die unter dem Magazine liegende Camera geschoben. Es geschieht dieses mittels eines Transporteurs, welcher beim Ausziehen die Platte erfasst und nach unten schiebt. Jedesmal, wenn eine Platte nach unten

1) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1890. S. 189.

geschoben wird, zeigt dieses eine Zählvorrichtung durch eine von aussen sichtbare Zahl an. Die Camera fasst 24 Platten 6×8 cm und hat einen Sucher in gleicher Höhe. Das Objectiv kann durch eine einfache Vorrichtung nach vorn geschoben werden, wodurch man in den Stand gesetzt wird, Objecte auf 2—5 m Entfernung aufzunehmen, während bei gewöhnlicher Stellung alle Gegenstände von 5—6 m an scharf sind. Die Camera ist also durch doppelten Objectivverschluss gesichert. Durch bestimmtes Stellen des Momentverschlusses lassen sich auch Zeit-Aufnahmen machen. Die Simplex-Camera kann in einer Ledertasche untergebracht werden, welche so eingerichtet ist, dass die Platte gewechselt, Aufnahmen gemacht und der Sucher benutzt werden kann, ohne die Tasche öffnen zu müssen. Hierdurch wird der Apparat ganz unauffällig gemacht. Die Simplex-Camera enthält ein antiplanetisches

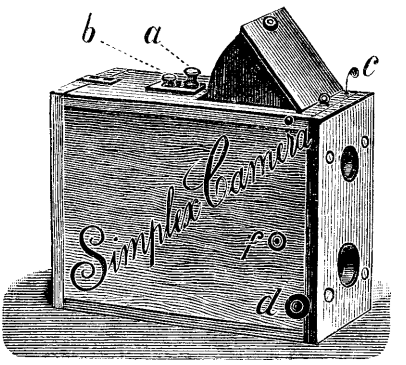


Fig. 635.

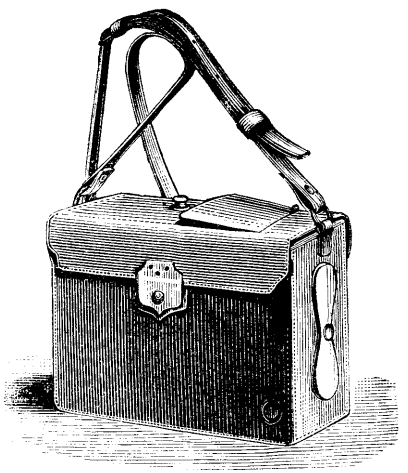


Fig. 636.

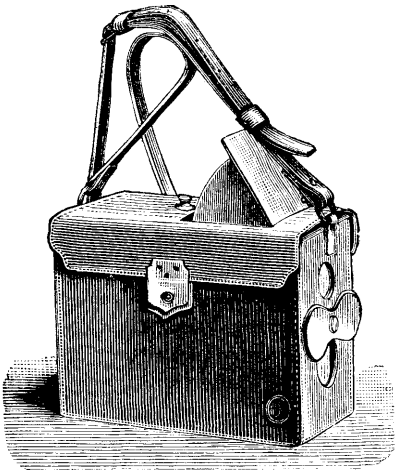


Fig. 637.

Objectiv. Die Camera ist mit einer neuen Auslösung versehen, welche gestattet, dieselbe mit beiden Händen zu halten, während der Daumen oder Zeigefinger der rechten Hand auslöst.

Fig. 635—637 zeigen die äussere Ansicht der Simplex-Magazin-Camera sammt Ledertasche.

Die innere Einrichtung[1]) der Simplex-Camera besteht in Folgendem:

Die Fig. 638 stellt einen Längenschnitt durch die Camera dar. Durch eine horizontale Blechwand C ist die Camera in zwei übereinanderstehende Räume A und B getheilt, wovon der obere A für den Sucher und für die unbelichteten Platten, der untere B für das Objectiv und die belichteten Platten bestimmt ist. Die Vorderwand der Camera ist doppelt und es enthält das vordere Brettchen D die schon bei Fig. 635 erwähnten zwei Oeffnungen (g, e) für Sucherlinse und Objectiv, das hintere Brettchen D_1 oben eine Oeffnung g_2, einen Durchgang für die Sucherlinse g_1 und unten das Objectiv e_1. Dieses ist ein Antiplanet, aus neuem Jeneser Specialglase hergestellt; er lässt sich in seiner Fassung etwas nach vorne verschieben.

Zieht man den Knopf f heraus, so rückt das Objectiv circa 3 mm heraus und man kann ein Object, z. B. Porträt aufnehmen, welches $1^1/_2$—2 m oder auch 2—5 m entfernt ist. Befindet sich der Knopf f in seiner gewöhnlichen Stellung, also hereingedrückt, so steht das Objectiv auf Ferne, d. h. alle Gegenstände sind scharf, welche

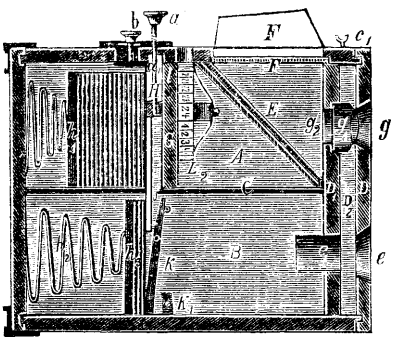


Fig. 638.

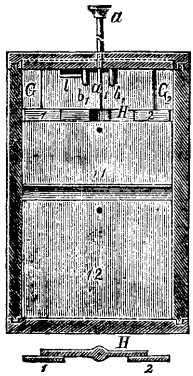


Fig. 639, 639 a.

auf mehr als 6 m entfernt sind. Diese Stellung ist für Landschafts- und Detectiv-Aufnahmen. Die Blende ist im Objective fix befestigt und wird nie gewechselt; deren Grösse ist so gewählt, dass das Bild oben bis zum Rande scharf ist und noch Aufnahmen bei weniger hellem Wetter oder im Winter gemacht werden können. Von einem Auswechseln der Blenden wurde deshalb abgesehen, weil dadurch oft Unzuträglichkeiten für den weniger Geübten entstehen und weil man mit der gewählten Blende genügend scharfe Negative erzielt.

Die Sucherlinse g_1 ist eine einfache Linse und ist am vorderen Brettchen angebracht, ihre Fassung passt genau in eine Nuthe der Oeffnung g_2 des inneren Brettchens (D), so dass von dieser Seite kein Licht in den Raum D_2 zwischen beiden Brettchen, welcher den Momentverschluss enthält, dringen kann. In der oberen Abtheilung A befindet sich hinter der Sucherlinse ein unter 45 Grad geneigter Spiegel E, welcher das von ersterer entworfene Bild auf die horizontale Linsenscheibe E_1 reflectirt; die Grösse des Sucherbildes ist gleich jener des vom Aufnahmsobjective entworfenen Bildes. Um von der Visirscheibe das Aussenlicht möglichst abzuhalten, ist an derselben ein Schirm F angebracht, dessen Aussehen deutlich aus den Fig. 635—637 zu entnehmen ist; er lässt sich beim Nichtgebrauche vollständig zuklappen.

1) Nach Pizzighelli, Lechner, Mittheilung 1890, 15. April. S. 2.

Der Raum A wird durch eine verticale Querwand G in die vordere, eben beschriebene Abtheilung A und in das rückwärtige Plattenmagazin getheilt. Letzteres enthält die Platten, jede in ein eigenes Blechrähmchen gefasst hinter einander und die Vorrichtung „Transporteur" zur Ueberführung der Platten in die untere Abtheilung B, die eigentliche Aufnahms-Camera.

Durch die am Deckel der Camera befestigte Spiralfeder h, welche das damit verbundene Brettchen h_1 nach vorne treibt, werden die Platten gegen zwei beiderseits der Zwischenwand G befindliche Leisten G_1, G_2 (Fig. 639) gedrückt und in dieser Lage festgehalten. Der Transporteur H von der in den Fig. 638, 639, 639a dargestellten Form liegt, wenn die Führungstange a_1 ganz herausgezogen ist, in einem Querschnitte des oberen Brettes und befindet sich daher über dem oberen Rande der Platten und gerade über der vordersten derselben. Drückt man den Transporteur herab, so kommen dessen Arme 1, 2 (Fig. 639, 639a) auf die darunter befindliche Platte zu liegen und drücken daher diese durch den Spalt i (Fig. 638) der Blechwand in die untere Abtheilung B, wo sie an die beiderseits befestigten Metallleisten $k\,k_1$ (Fig, 638, 639, 640) zu liegen kommt und von der unteren Spiralfeder h_2 daran gepresst wird. Der Transporteur wird hierauf wieder zurückgeschoben, wodurch die nächste Platte, von der Feder nach vorne gedrückt, an die Leisten $G_1\,G_2$ sich anlehnt uud unter den Transporteur zu liegen kommt.

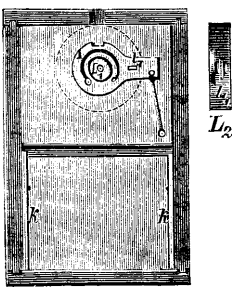


Fig. 640. Fig. 640a.

Die Leisten $k\,k_1$ sind um einen Zapfen drehbar und verjüngen sich nach aufwärts; diese Einrichtung ermöglicht das anstandslose Einführen der nächstfolgenden und aller übrigen Platten in die Abtheilung B. Sind nämlich in B schon Platten vorhanden, und soll eine neue eingeführt werden, so wird diese beim Herabdrücken mit dem Transporteur in die Spalte zwischen der vordersten unteren Platte und den Abschrägungen der Leisten k dringen; hierdurch werden nach und nach die Leisten k oben nach vorne ausweichen und demzufolge mit den unteren Enden die unteren Platten etwas zurückdrängen (Fig. 638). Die obere Platte dringt daher ohne besonderen Widerstand weiter ein, überschreitet den Drehpunkt der Leisten $k\,k_1$ und richtet sie nach und nach wieder vertical. In letzterer Stellung lehnen sich die Leisten k an die Platten k_1 an und halten im Vereine mit der unteren Spiralfeder h_2 alle Platten, und die vordere speciell zur Aufnahme bereit, unverrückbar fest.

In Fig. 639 ist der Vorgang des Platteneinführens, von rückwärts gesehen, ersichtlich gemacht. Sobald nach Einführung einer neuen Platte in die Abtheilung B der Transporteur wieder hinaufgezogen wird, trifft er auf einen Vorsprung l (Fig. 638, 639), welcher mit einem in der Wand eingelassenen Riegel in Verbindung steht, und nimmt diesen mit in die Höhe. Der Riegel hat auf der entgegengesetzten Seite einen Zapfen l (Fig. 640, Querschnitt durch die Camera vor der verticalen Zwischenwand G), welcher durch die Zwischenwand G hindurch und in die drehbare Messingscheibe L eingreift. Beim Hinaufschieben des Riegels durch den Transporteur wird mittels des Zapfens l_1 die Scheibe L in der Richtung des Pfeiles gedreht. Der an der Scheibe befestigte Sperrriegel dreht gleichzeitig auch das Zahnrad L_1 und mit diesem den damit in Verbindung stehenden, mit den Nummern 1—24 versehenen Theilkreis L_2, welcher in Fig. 640 nur punktirt angedeutet, in der Fig. 640a durchschnitten, in der Fig. 638 in der Seitenansicht zu sehen ist. Die Verschiebung des Riegels und mit ihm die Drehung des Zählwerkes L_2 ist so geregelt, dass bei jeder Bewegung die

Drehung nur um eine Nummer fortschreitet. Die einzelnen Nummern sind durch eine kreisförmige Oeffnung in der oberen Wand der Camera, gerade über dem Zählwerke angebracht, sichtbar. Da die Zahlen auf dem Zählwerke so geordnet sind, dass sie von 24 Nummern an nach rückwärts gehend erscheinen, zeigt jede Zahl an, wie viel Platten noch zu exponiren sind. Erscheint z. B. nach einer Reihe Aufnahmen die Zahl 9, so bedeutet dies, dass noch 9 Platten unexponirt sich im oberen Magazine befinden. Sobald der Transporteur nach abwärts gleitet, sinkt auch der Riegel zurück, indem die Spiralfeder der Scheibe L (Fig. 640) dieselbe zurückdreht. Beim Zurückdrehen der letzteren gleitet der Sperrkegel wirkungslos über das Zahnrad L_1 und greift in der Ruhestellung wieder ein.

In der Fig. 638 ist noch eine mit M bezeichnete Vorrichtung ersichtlich. Dieselbe besteht aus einem Riegel in der oberen Wand der Camera, welcher mittels des Knopfes b nach vor- und rückwärts geschoben werden kann. An seinem vorderen Ende ist der Riegel in Form von zwei Lappen $b_1 b_2$ (Fig. 639) nach abwärts gebogen und ist die Länge der Lappen so bemessen, dass sie den oberen Rand der Platten übergreifen. Wird nun aus dem gleich anzugebenden Grunde der Knopf b zurückgeschoben, so drücken die Lappen die Platten vorn an die Decke des Transporteurs zurück.

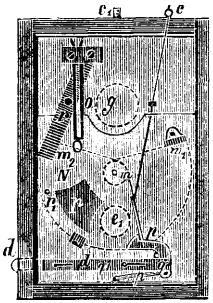


Fig. 641.

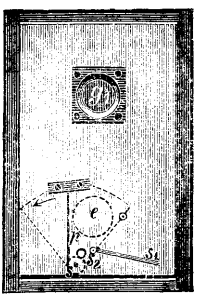


Fig. 642.

Hat man aus Versehen einen Rahmen nicht ganz nach unten geschoben und will man nach gemachter Aufnahme wieder transportiren, so geht dieses nicht, da der folgende Rahmen nicht durch den Spalt kann. In diesem Falle rückt man daher den Knopf b nach hinten, wodurch der Transporteur frei wird und eingeschoben werden kann, um den vorher begangenen Fehler wieder gut zu machen.

Der Momentverschluss des Apparates nach Wegnahme der anderen Camerawand zeigt die Fig. 641; in Fig. 642 ist diese Wand selbst, umgelegt gedacht, dargestellt.

Der Momentverschluss besteht aus einer um den Punkt m drehbaren Blechscheibe N mit dem Ausschnitte n für die Belichtung; sie wird durch die Spannfeder o in der Ruhelage festgehalten. Zum Spannen des Verschlusses zieht man an dem Knopfe c, welcher mittels einer Darmseite c_2 mit der Verschlussscheibe verbunden ist; hierdurch dreht sich letztere, bis sie an die Backe m_1 anstösst (Lage punktirt angedeutet), und wird in dieser Lage durch den Sperrhaken p gehalten, welcher in dem Zapfen r_1 der Scheibe N eingreift. Will man exponiren, so drückt man an den Knopf d, wodurch der Riegel d_1 so weit vorrückt, bis dessen Zapfen q auf den Hebelarm des Sperrhakens stösst und, indem er diesen wegdrückt, die Auslösung der Scheibe bewirkt. Die Spannfeder zieht dieselbe in die frühere Lage zurück, wobei der Ausschnitt an der Objectivöffnung (punktirt) vorbeieilt. Um den Stoss der Scheibe beim Anprallen an die Backe m_2 zu mildern, dient die Feder r, welche die Scheibe zuerst überwinden muss, um an die Backe m_2 gelangen zu können. Durch die Spannfeder p_1 wird nach der Auslösung auch der Sperrhaken p in seine frühere Lage zurückgedreht und gleichzeitig der Riegel d_1 zurückgeschoben.

Um die Platten beim Spannen des Verschlusses vor Lichteinwirkung zu schützen, dient der im Inneren der vorderen Wand angebrachte Sicherheitsschieber P (Fig. 642). Derselbe hat die in der Figur dargestellte Form, ist um s drehbar und wird durch die Spannfeder s_1 stets vor die Objectivöffnung gehalten. Beim Auslösen des Verschlusses stosst der an dem Riegel d_1 befestigte Vorsprung q_1 an den Zapfen s_2 der Sicherheitsscheibe, dreht diesen auf, wodurch die Oeffnung e freigelegt wird, und erst hierauf kommt in weiterer Bewegung des Riegels der Zapfen q an den Sperrhaken p und bewirkt die Auslösung. Sobald der Druck auf den Knopf aufhört, springt der Sicherheitsschieber von selbst in die Ruhelage zurück. In Fig. 641 ist noch die Oeffnung g für den Sucher, in Fig. 642 die Linse g_1 des Suchers ersichtlich gemacht.

Der Verschluss ist nur für eine Schnelligkeit von circa $^1/_{50}$ Secunde verwendbar, welche für die meisten Fälle der Aufnahme von Strassenscenen genügt. Der Lichtstrahl der Linse ermöglicht aber, dass bei dieser kurzen Expositionszeit auch Landschaften mit vielem Grün mit gutem Erfolge aufgenommen werden können. Von einer Regulirbarkeit des Verschlusses hat der Erfinder aus Gründen der Zweckmässigkeit abgesehen. Regulirbare Sucherlinsen sind immer complicirt und erfordern häufig Reparaturen.

Die Rahmen für die Platten (Fig. 643) sind aus geschwärztem Blech erzeugt und haben beiderseits Rillen tt, in welche die Platte eingeschoben wird; unten ist das Blech auf die Breite der Rillen rechtwinklig angebogen, um das Durchrutschen der Platte zu verhindern. Die Rückwand des Rahmens ist oben ausgebaucht (Fig. 643a) und wirkt daher als Feder gegen die eingeführte Platte; diese wird immer unverrückbar festgehalten, auch wenn sie dünner ist, als die Breite der Rillen.

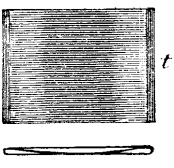


Fig. 643, 643a.

Die Rückwand ist auf der plattenabwendigen Seite (Fig. 639) mit einer Nummer und überdies mit einem Scheibchen von weisser Farbe bezeichnet; letzteres dient zur Orientirung, um bei schwachem Lichte der Dunkelkammer die Platten in richtiger Lage in den Apparat einzuführen.

Später brachte Dr. Krügener in Bockenheim eine andere Form der Detectiv-Camera unter dem Namen „Normal-Simplex-Camera" in den Handel.[1])

Das Princip zum Wechseln der Platten bei dieser Camera beruht darauf, dass beim Ausziehen des Kästchens a, das mit dem Lederbalg b umgeben ist, der vorderste Rahmen in der Camera c verbleibt, während alle übrigen mit dem Kästchen herausgezogen werden. Der in der Camera c verbliebene vorderste Rahmen fällt auf den Boden und gelangt beim Einschieben des Kästchens ganz nach hinten. Das Ausziehen und Einschieben des Kästchens genügt also, um eine Platte zu wechseln. Damit nun der vorderste Rahmen, wenn das Kästchen a ausgezogen wird, allein in der Camera verbleibt, ist am Ende der Seitenwand d der Camera c eine Metallschiene e angeordnet, welche genau der Dicke eines Rahmens entsprechend über die Führungs- resp. Focusleisten vorsteht. Gegen die Schiene e legt sich stets der vorderste Rahmen h mit seiner

[1]) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1892. S. 210.

unteren Kante an (s. Fig. 644 und 645). Beim Herausziehen des Kästchens *a* wird nun der vorderste Rahmen durch *e* zurückgehalten und fällt auf den Boden, vorausgesetzt, dass man die Camera so hält, dass die Rahmen waagerecht liegen (s. Fig. 650). Fig. 646 zeigt, wie der auf dem Boden liegende, punktirt gezeichnete ursprünglich vorderste Rahmen hinter den letzten gelangt, wenn man das Kästchen einschiebt.

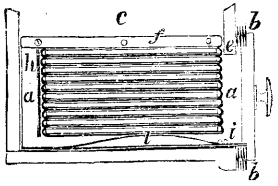


Fig. 644.

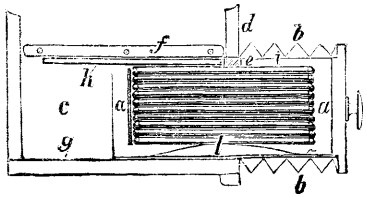


Fig. 645.

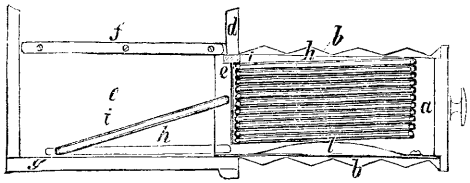


Fig. 646.

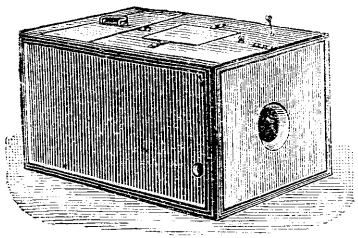


Fig. 647. Camera geschlossen.

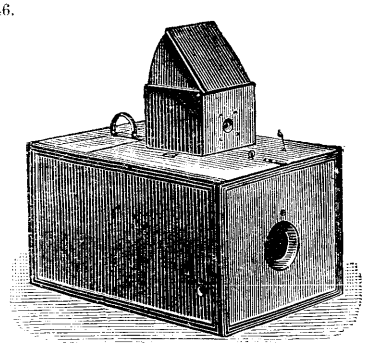


Fig. 648. Camera fertig zur Aufnahme.

Fig. 644, 645 und 646 sind nur schematisch gezeichnet und deuten nur das Princip der Wechselvorrichtung an, während Fig. 647, 648, 649 und 650 die Camera von aussen gesehen, darstellen.

Das Kästchen *a* ist mit einem gefalteten Lederbalgen ganz umgeben, der sich mit dem Kästchen auszieht, alles Licht vollkommen abhält, sich ganz zusammenlegt, nicht sichtbar ist und keine Erhöhung auf der Camera bildet. Sind alle Platten belichtet, so wird das Wechseln selbstthätig gehemmt, d. h. man kann das Wechselkästchen nicht mehr ausziehen. Eine besondere selbstthätig wirkende Vorrichtung verhindert das doppelte Belichten einer Platte, wenn man vergessen hat zu wechseln.

Die Camera enthält einen grossen Spiegelsucher, der durch Federkraft emporgetrieben, sich auf die Camera stellt und nach der Aufnahme wieder durch einfachen Druck in die Camera versenkt wird.

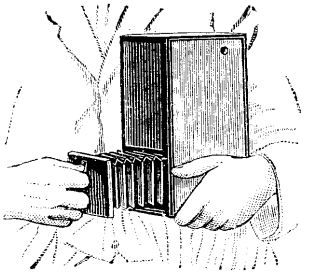


Fig. 649. Einlegen der Rahmen.

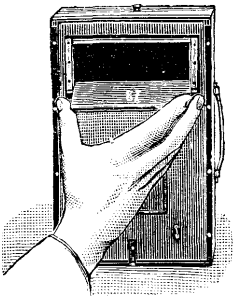


Fig. 650. Haltung beim Wechseln.

Ferner enthält sie einen Antiplaneten von circa 14 cm Focus, welcher mit einer Blende (*f*/13) die Platte 9×12 bis in die Ecken hinein scharf zeichnet.

Eine andere Art der Wechselvorrichtung zeigt Krügener's Delta-Camera. Bei dieser Camera ist der Wechselsack durch einen

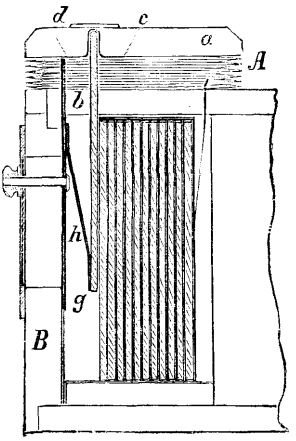


Fig. 651.

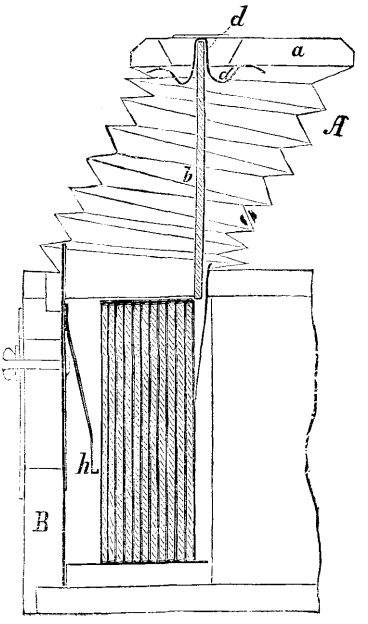


Fig. 652.

Krügener's Delta-Camera.

zusammenlegbaren Balgen ersetzt. Derselbe ist mit einem Ende auf der Camera befestigt, während das untere Ende durch ein Brettchen *a* (Fig. 651) verschlossen ist. In letzteres ist ein Spalt eingeschnitten, welcher so breit und lang ist, dass der die Platte enthaltende Rahmen *C* bequem hineinpasst. Dieser Spalt erweitert sich in der Mitte zu einer

Oeffnung *c*, und ist sowohl diese als auch der Spalt mit einem eine eigenthümliche Falte bildenden Stück Tuch *d* lichtdicht verschlossen. An dem Deckel *B* der Camera befindet sich nun eine durch Knopf *F* auf- und abschiebbare Platte *g*, welche einen federnden Haken *h* trägt. Dieser Haken dient dazu, die die Platten enthaltenden Rahmen in die Höhe zu heben. Sobald man nämlich Knopf *F* in die Höhe schiebt, so hebt der Haken *h* auch den hintersten Rahmen und schiebt ihn in die erwähnte Falte *d*. Jetzt fasst man mit Daumen und Zeigefinger durch die Oeffnung *c* den Rahmen, zieht ihn vollständig heraus und steckt ihn vorn zwischen den ersten Rahmen und die abgeschrägte Focusleiste, woselbst er festgeklemmt stehen bleibt, bis man mit Hilfe eines Brettchens *a* den Balgen zusammendrückt und den Rahmen ganz nach unten befördert. Ein Klötzchen, welches unter dem Brettchen *a* angebracht ist, bewirkt, dass der Rahmen bis auf den Boden der Camera gelangt. Die Rahmen werden durch Federn, die am Deckel angebracht sind, nach vorne gedrängt.

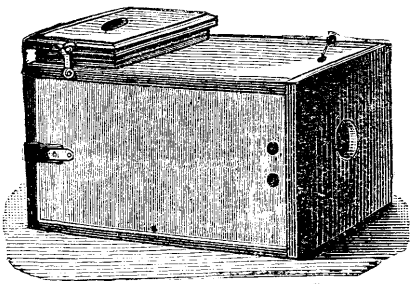


Fig. 653. Krügener's Delta-Camera.

Die Delta-Camera enthält ein Periscop von 22 mm Durchmesser und 145 mm Brennweite, das mit zwei Blenden benutzt werden kann. Die grösste von 11 mm $\left(\frac{f}{13}\right)$ zeichnet die Platte von 9×12 vollkommen scharf aus.

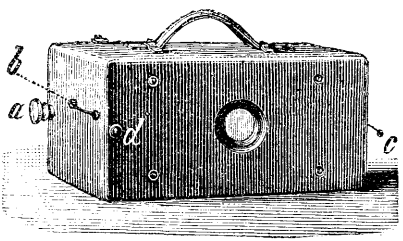


Fig. 654.

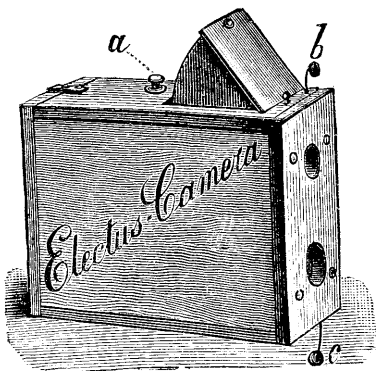


Fig. 655.

Krügener's Camera.

Der Momentverschluss ist vor dem Objective angebracht und besteht aus zwei getrennten Schiebern, von denen der eine das Objectiv öffnet, während der andere dasselbe sofort wieder schliesst. Beim Spannen des Verschlusses nimmt der eine Schieber den andern mit, so dass kein Licht eindringen kann. Das Auslösen geschieht durch Druck auf einen Knopf, nicht durch Ziehen. Die Camera kann auseinander geschoben werden, um auf nähere Objecte einstellen zu können. Die gemachten

Aufnahmen lassen sich jederzeit controliren. Die Delta-Camera wird auch für 12 Platten 13×18 cm, sowie für 12 Platten 9×18 cm (Stereoscop-Bilder) gefertigt.

Krügener's „Solidus-Camera" (Fig. 654) und „Electus-Camera" (Fig. 655) sind ähnlich eingerichtet. (Vergl. Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1890. S. 194 und 196.)

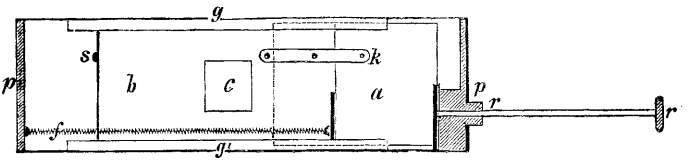


Fig. 656. Momentverschluss. 2/3 nat. Grösse.
a Verschlussplatte; *b* Verschlussplatte für Momentbelichtung; *s* verstellbarer Riegel; *f* Feder; *k* Riegel; *gg'* Führung; *c* Oeffnung in der Verschlussplatte *b*; *rr'* Führungsstift.

Die Wechsel-Vorrichtungen bei den Moment-Cameras [1]) sind sehr mannigfaltig. Ein origineller Typus ist in Murer's Express-Camera repräsentirt.

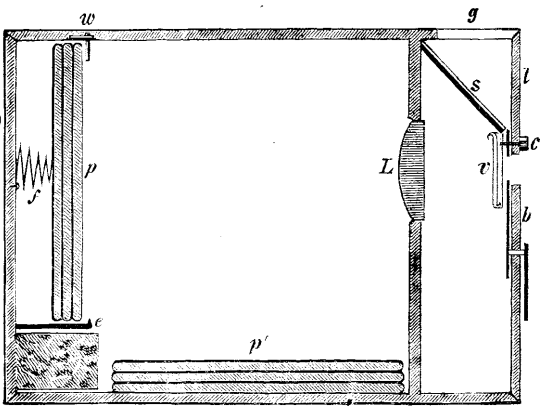


Fig. 657. Murer's Expresscamera. A Längenschnitt 1/2 nat. Grösse.
L Objectiv; *v* Verschluss; *b* Blende, *s*, *l*, *g* Sucher; *D* Deckel; *f* Feder; *p*, *p'* Cassetten mit Platten; *w* Plattenwechselvorrichtung; *c* Riegelschraube.

Diese billige, mit einem minderwerthigen Objective versehene Camera, deren verticalen Längsschnitt beistehende Figur zeigt, besteht aus einem an der Vorderwand angebrachten Momentverschlusse *v*, welcher mit einer Blendenscheibe (mit drei Blendenöffnungen) versehen ist. Das Objectiv *L* ist eine einfache Linse mit sehr kurzer Brennweite. Die Camera enthält sechs Stück Blechcassetten, welche mittels einer sehr einfachen und sinnreichen Vorrichtung gewechselt werden können. Dieselbe besteht nämlich aus einem winkelförmigen Blechstücke *w*, welches sich mittels eines aussen an der Camera befindlichen Hebels um 90 Grad drehen lässt. Ein zweites fixes Winkelblech befindet sich bei *e* und werden die Platten durch eine Feder *f* an die beiden Blechwinkel angedrückt. Wird der Hebel um 90 Grad gedreht, so erfasst der zweite Schenkel des Winkeleisens die vorderste (exponirte) Platte, und dieselbe gleitet zwischen zwei an den Längswänden befindlichen Federn langsam auf den Boden der Camera, wo sie liegen bleibt (*p'*), während die nächste Platte ihre Stelle einnimmt und durch Rückdrehen des Winkels fixirt wird. Den sehr einfachen Momentverschluss zeigt die Fig. 656. Derselbe besteht aus einer Metallplatte, welche eine kreisförmige Oeffnung von 10 mm Durchmesser besitzt (*pp*, *gg*).

1) Phot. Correspondenz 1892.

Diese Platte ist an den Rändern umgebogen, wodurch zwei Führungsleisten *gg* für die Schieber *b* und *a* gebildet werden. Bei *r* befindet sich ein Metallstück, welches die Führung für den Auslösungsstift *rr* bildet. Bei *s* ist endlich ein Riegel angebracht, welcher durch ein Loch in der Platte *pp*, *gg* vermittelst der Schraube *c* (Fig. 657) verstellbar ist. Die Feder *f* bewirkt, dass, wenn die Verschlussplatte *b* nicht durch den Riegel *s*, welcher vorsteht, in der Stellung, wie sie die Zeichnung zeigt, fixirt ist, selbe bis *p* zurückschnellt, wobei die Oeffnung *C* an der entsprechenden Oeffnung in der Verschlussplatte und in der Wand der Camera vorübergleitet. Soll also der Apparat zu Moment-Aufnahmen verwendet werden, so muss der Riegel *s* zurückgestellt werden, dass *b* daran vorbeigleiten kann. Das Auslösen des Verschlusses geschieht mittels des Auslösestiftes *rr*; derselbe ist mit den Platten fix verbunden. Verschiebt man also die Platte *a* mittels des Stiftes *rr* gegen *p*, so wird sie die Verschlussöffnung *c* schliessen; die bei *k* an der Platte *b* befindliche, mit einem Haken versehene Feder greift mit demselben über den aufgebogenen Rand von *a*; er wird nun beim Herausziehen des Stiftes *b*

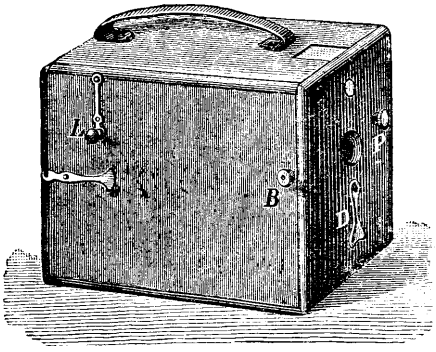


Fig. 658.

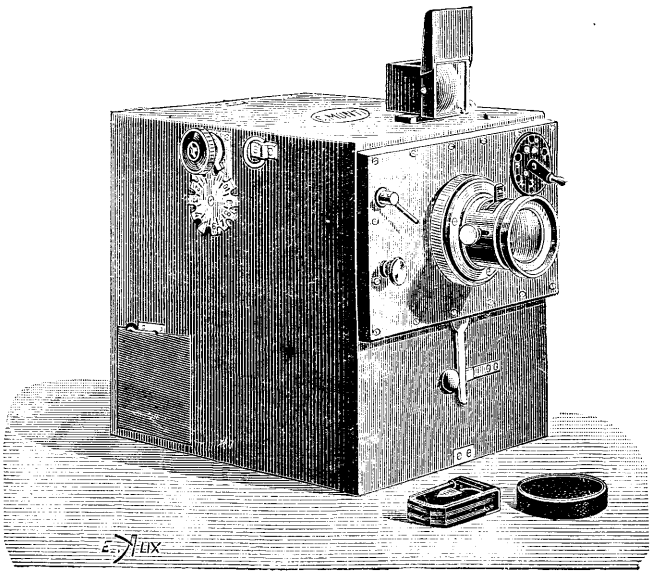


Fig. 659. Lumière's Magazin-Camera.

von *a* mitgenommen, bis die Nase *k* an das Metallstück *p* anstosst, wodurch die Verbindung beider Platten *a* und *b* aufgehoben wird und *b* in Folge Wirkung der Feder *f* zurückschnellt, wobei die Oeffnung *c* an der Oeffnung in der Verschlussplatte *pp*, *gg* vorübergleitet und so die Belichtung erfolgt. Wird der Riegel *s* mit Hilfe der entsprechenden Schraube *c* in Fig. 657 so weit vorgeschoben, dass er die

Platte *b* hindert, bis *p* zurückzuschnellen, so bleibt der Verschluss geöffnet und kann durch Vorschieben von *a* vor die Oeffnung geschlossen werden, wovon bei Zeit-Aufnahmen Gebrauch gemacht wird. Die Blenden befinden sich in einer von aussen

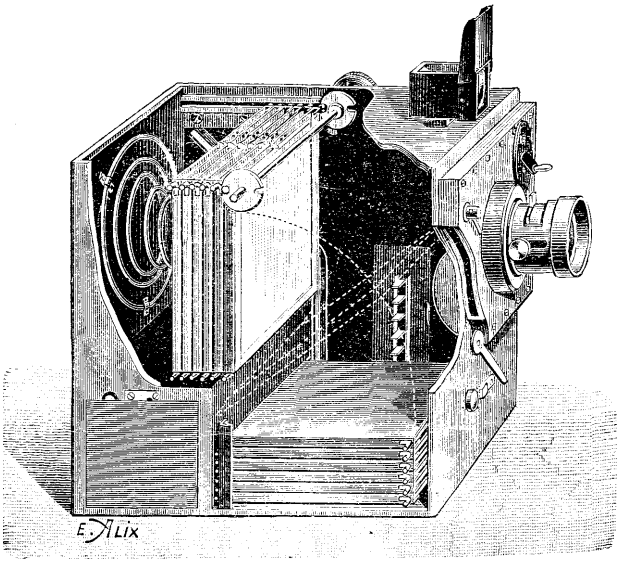


Fig. 660. Lumière's Magazin-Camera.

drehbaren Scheibe *b* (Fig. 657); bei *g* ist ein Sucher angebracht, welcher von dem Spiegel *s*, der Linse *e* und der matten Scheibe *g* in Fig. 657 dargestellt wird.

Fig. 658 zeigt die äussere Ansicht dieser compendiösen Handcamera.

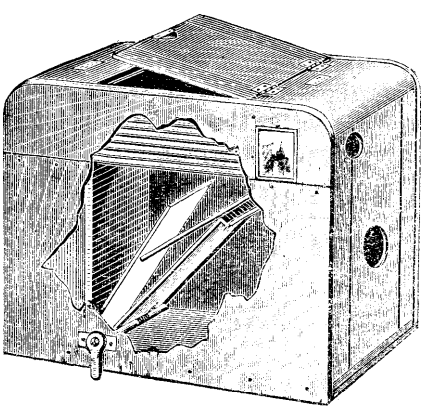


Fig. 661.

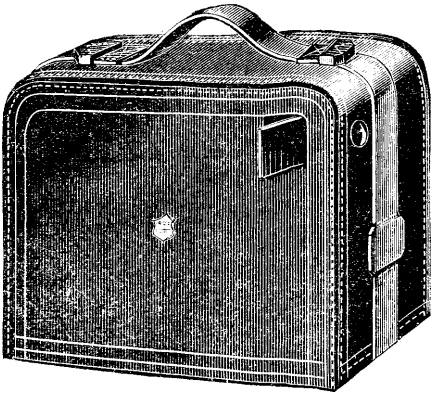


Fig. 662.

Lancaster's Detectiv-Camera.

Die Magazin-Camera von L. Lumière in Lyon zeigt eine analoge vervollkommnete Einrichtung (Fig. 659 und 660): bei derselben sind die nicht belichteten Platten im oberen Theile der Camera aufgehängt.

und eine Spiralfeder drückt sie nach vorne.[1]) Die seitlich angebrachten Stifte greifen in eine eingekerbte Scheibe ein, bei deren Drehung die Platte emporgehoben wird und dann nach abwärts fällt. Durch eine von aussen angebrachte Zählvorrichtung wird die Anzahl der belichteten Platten controlirt (diese Camera erzeugt Monti, Paris).

Bei der englischen Detectiv-Camera „Rover" (von Lancaster) ist das Plattenmagazin oben angebracht und werden die Platten nach erfolgter Belichtung in die hintere Abtheilung gebracht (Fig. 661 und 662, nach E. Rochmann, Breslau).

Unger und Hoffmann in Dresden bringen eine gute neue Detectiv-Camera „Apollo" in den Handel.[2]) Plattenformat 6×9 cm: Fassungsraum für 50 Platten; Format des ganzen Apparates $22^1/_2 \times 14^1/_2 \times 11^1/_2$ cm;

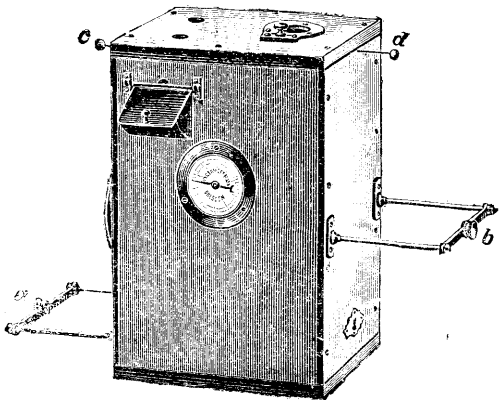


Fig. 663.

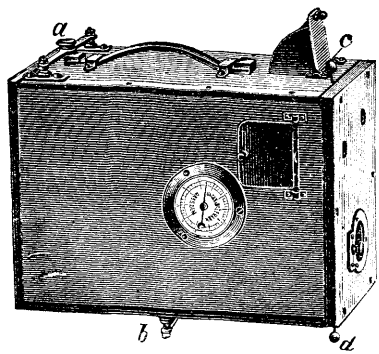


Fig. 664.

Unger und Hoffmann's Camera.

Gewicht 3,4 kg. Man füllt die Platten in das Doppelmagazin; das Auswechseln geschieht durch Herausziehen der Metallrahmen *a* und *b* und Zurückschieben. Ein Zählwerk gibt an, die wievielte Platte exponirt wird. Durch Ziehen bei *c* wird der Momentverschluss gespannt, durch Ziehen bei *d* erfolgt die Belichtung; auch Sucher sind angebracht. (Fig. 663 und 664.)

Von den compendiösen Geheim-Cameras hat besonders die seit 1887 in den Handel kommende Stirn'sche Geheim-Camera grosse Verbreitung gefunden, da sie unbemerkt von den Umstehenden unter dem Rocke getragen wird und bei der Aufnahme nur das kleine Objectiv aus einem Knopfloche unauffällig herausragt. Trotz der Kleinheit der runden Bildchen, wovon sich sechs an der Peripherie einer kreisrunden

1) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1892. S. 348.
2) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1892. S. 344.

Trockenplatte befinden, sind sie scharf und vertragen eine mehrfache Vergrösserung.[1])

Die innere Einrichtung des Apparates geht aus den Abbildungen, Fig. 665—668, deutlich hervor: Derselbe bildet in geschlossenem Zustande (Fig. 665) eine Scheibe von ca. 150 mm Durchmesser und ca. 20 mm Dicke.

Bei *a* und *b* (Fig. 666) ist eine Schnur befestigt, welche der Photograph um den Hals hängt, so dass er den Apparat bequem unter dem Rocke tragen kann; unten tritt bei *c* eine Oese durch den Rand, an welcher gleichfalls eine Schnur befestigt ist, bei deren Anziehen eine Scheibe *m* (Fig. 667) im Innern des Gehäuses bewegt und dadurch eine Stelle der lichtempfindlichen Platte einen Moment beleuchtet wird.

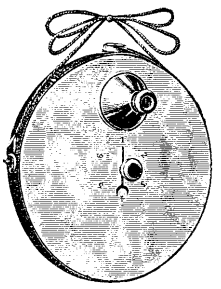


Fig. 665.

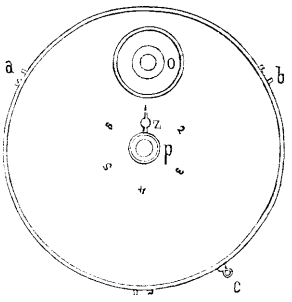


Fig. 666.

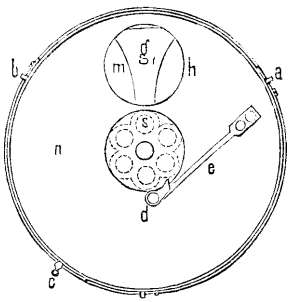


Fig. 667.

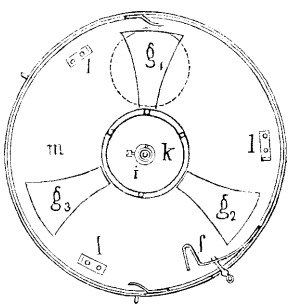


Fig. 668.

Stirn's Geheim-Camera.

Während die Hinterseite des Gehäuses ganz glatt ist, trägt die Vorderseite desselben (Fig. 666) in der Mitte einen Knopf *p* und mit diesem drehbar einen Zeiger *z*. Letzterer zeigt auf einem Zahlenkreise an, die wievielte Stelle der photographischsn Platte vor dem Objective des Apparates befindlich ist. Senkrecht über dem Drehknopfe *p* erhebt sich ein trichterförmiger aufgeschraubter Metallstutzen, welcher in seinem oberen Theile bei *o* die Linsen zur Verkleinerung, resp. Vergrösserung des aufzunehmenden Bildes enthält. Dieser obere Theil ist wie ein Knopf geformt, so dass man den Apparat, unter die Weste oder den Rock geknöpft, verdeckt tragen kann, wobei man nur das Objectiv durch ein Knopfloch hervorsehen lässt, was wegen der Form des ersteren durchaus nicht auffällig ist. Hinter dem Gehäusedeckel befinden sich zwei Scheiben *m* und *n*, von denen die erstere beweglich, die zweite aber fest ist. Die

1) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1888. S. 402.

feste Scheibe hat oben genau hinter dem Linsentrichter *o* einen kreisrunden Ausschnitt *h*, welcher die Grösse der Bilder bestimmt, weil dicht hinter derselben die lichtempfindliche Platte eingelegt wird. Die Scheibe *m* dient dazu, die Bestrahlung der photographischen Platte durch die Oeffnung h innerhalb sehr kurzer Zeit zu gestatten und ist deshalb mit drei Ausschnitten g_1, g_2, g_3 (Fig. 668) versehen. Ausserdem ist auf *m* eine Kapsel *k*, die eine Feder enthält, aufgeschraubt und nahe dem Rande sind in gleichen Entfernungen Anschläge *l* befestigt, von denen sich immer einer gegen die Feder mit dem Haken *f* legt. Die Feder in der Kapsel *k* wird durch Drehen des Knopfes *p*, der auf dem Zapfen *i* sitzt, von aussen aufgezogen. Wird alsdann bei *c* gezogen, so gibt der Haken *f* einen der Anschläge *l* frei und die Scheibe macht ein Drittelumdrehung, weil sie schon durch den nachfolgenden Anschlag *l* von dem Haken *r* wieder festgehalten wird. Bei dieser Drehung wird jedelmal einer der Ausschnitte *g* an der Oeffnung *h* vorübergeführt, so dass diese kurze Zeit frei wird, während sie sonst durch die Scheibe *m* verdeckt ist. In der festen Scheidewand *n* (Fig. 668) sitzt, centrisch zum ganzen Gehäuse, eine Scheibe *s*, welche einestheils dazu bestimmt ist, die eingelegte lichtempfindliche Platte durch Reibung mitzunehmen und anderntheils am Rande verzahnt, als Sperrrad für die Feder in der Kapsel *k* und als Stellscheibe für die photographische Platte dient. *d* ist die Sperrklinke, welche durch die Feder *e* gegen die Sperrscheibe *s* gedrückt wird.

Dieser einfache Mechanismus functionirt in gewisser Beziehung selbstthätig und man hat nur nöthig, die lichtempfindliche Platte nach Oeffnen des hinteren Deckels in das Gehäuse einzulegen, dasselbe hierauf wieder zu schliessen und den Apparat in der angegebenen Weise umzuhängen, um stets zum Photographiren bereit zu sein. Bei der Aufnahme einer beliebigen Person oder irgend welchen Gegenstandes genügt dann ein Ziehen an der unteren Schnur und darauf das Verstellen des Zeigers um eine Nummer weiter, worauf sofort eine zweite Aufnahme erfolgen kann.

Prof. Dr. G. Fritsch in Berlin änderte den Stirn'schen Apparat dadurch ab, dass er nur vier Aufnahmen auf der Platte machte und dadurch grössere Bildformate erzielte. (Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1888. S. 177.)

Der Ausschnitt in der Camera bekommt eine unregelmässige fünfeckige Gestalt, nach aussen durch einen Kreisbogen begrenzt, und die Vertheilung der vier, dicht aneinander anschliessenden Bilder auf der Platte, um das quadratische Centrum bildet annähernd ein Schweizer Kreuz wie es bei *a* der Fig. 669 verzeichnet ist. Ausser dem kleinen quadratischen Centrum bleiben nur vier, etwa dreieckige Felder der Platte (die nicht schraffirten Stellen) unexponirt. Aus einem jeden der vier Bildfelder lässt sich unter Abrundung der Ecken des Himmels ein Photogramm von erheblich grösserem Durchmesser, als der Kreis liefert, bei graden Seiten herstellen; bei der nachträglichen Vergrösserung kommt dieser Vortheil noch in erhöhtem Maasse zur Geltung.

Wenn auch die seitlichen Theile schon weniger scharf sind, so dienen sie doch zur Vervollständigung des Bildes und machen keinen üblen Eindruck auf den Beschauer, da das seitliche Gesichtsfeld unseres Auges ebenfalls nur mässig scharf ist. Will man ein Objectiv von etwas

längerer Brennweite anbringen, so steckt man den Conus *d* an. — Prof. Fritsch wählt für den Moment-Apparat eine Maske, welche einen harmlosen, nicht photographischen Eindruck macht und die Möglichkeit der nothwendigen Manipulation gewährt und zwar ein schwarzledernes Futteral, wie solches zur Aufnahme eines transportablen Aneroid-Barometers benutzt zu werden pflegt. Dasselbe wird an ledernem Tragriemen um die Schultern gehängt und enthält im Innern die Stirn'sche Camera mit dem conischen Ansatzstücke für das Aplanat,

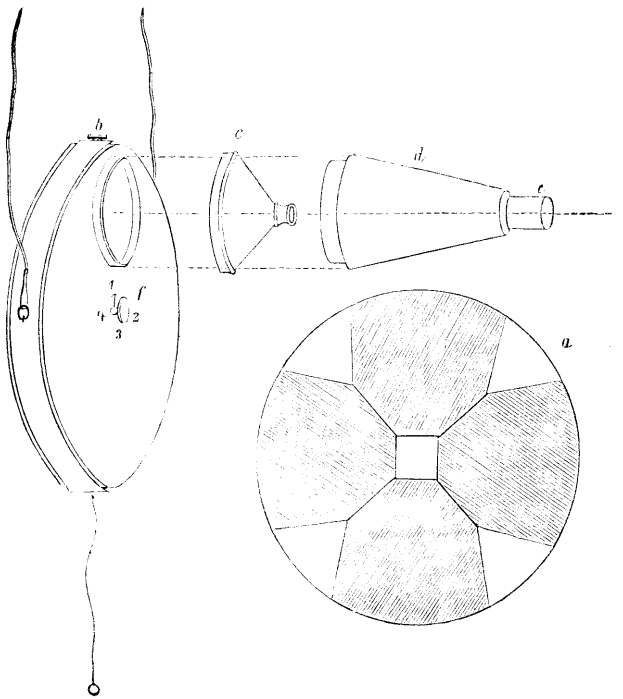


Fig. 669.

welches durch ein Loch des Deckels in einen metallnen, schwarzlackirten Aufsatz des Deckes (*b* der Fig. 670) hineinragt. Der Ring mit der Schnur, an dem man ziehen muss, um die Exposition zu bewirken, hängt aus einem Loche an der unteren Seite heraus. Die Objectivöffnung ist bedeckt von einem Schieber (*c*), welchen man vor der Exposition beiseite schiebt.

Das Bestreben, die Moment-Camera möglichst unauffällig zu tragen und ihr Formen zu geben, welche die Bestimmung als photographischer Apparat verbergen, führte zur Construction der sogenannten „Taschen-Cameras", welche in Taschenbüchern, Hüten, Cravatten, Spazierstöcken

verborgen werden und dergl. mehr. Wir wollen hier nur einige Formen solcher Constructionen beschreiben.

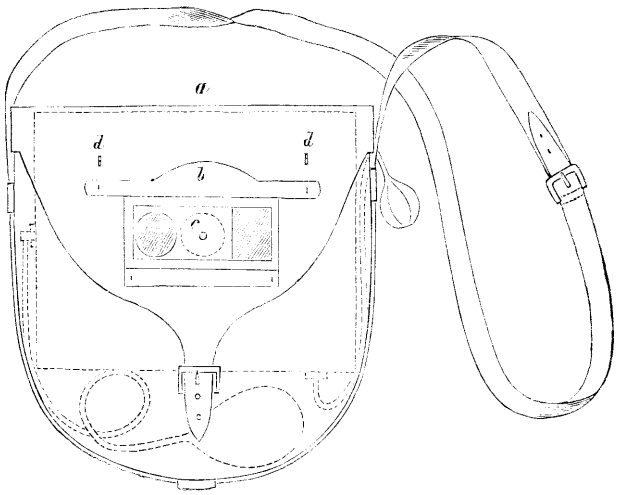


Fig. 670.

Dr. R. Krügener brachte 1888 eine Detectiv-Camera in Form eines Taschenbuches in den Handel. Fig. 671 zeigt die Abbildung des Apparates in halber natürlicher Grösse. Die Oeffnung am „Rücken" des Buches enthält das Objectiv, ein aplanatisches kleines Doppelobjectiv von beträchtlicher Helligkeit. An zwei Schnüren mit Knöpfen ist der Momentverschluss zu spannen und in Thätigkeit zu setzen, während der an der entgegengesetzten Seite befindliche Knopf zum Verschieben der empfindlichen Platte dient.[1])

Fig. 671.

Schlesicky-Ströhlein in Leipzig[2]) geben ihrer „Comfort-Moment-Camera" die Form eines Kästchens. (Fig. 672.)

Bei raschen Objecten, wie Pferden im Galopp, schnell fahrenden Velocipedisten etc., hält man den Apparat an die Backe, zielt

1) Eder's Jarbuch f. Phot. für 1889. S. 172.
2) Eder's Jahrbuch f. Pot. für 1890. S. 273.

(bei Quer-Aufnahmen durch Visir *F*, bei Hoch-Aufnahmen durch Visir *G*) und drückt los, wie bei dem Schiessen. Das Zielen geschieht, indem man das Visir etwas vor das herankommende Object hält und in dem Moment

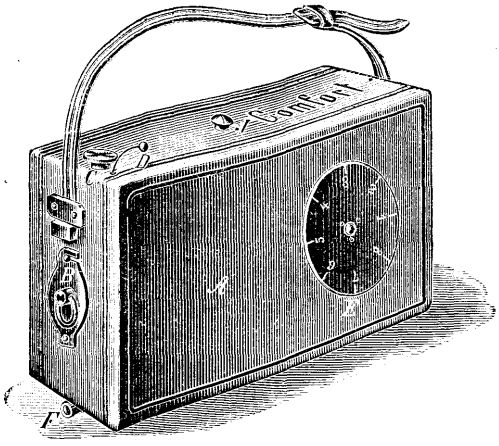


Fig. 672.

Fig. 673.

Schlesicky-Ströhlein's Moment-Camera.

losdrückt, wenn das Object durch das Visir geht, so dass der Apparat im Augenblicke des Losdrückens sich nicht bewegt (Fig. 673.)

Bei sich weniger rasch bewegenden Objecten, z. B. Personen im Schritt, die man unbemerkt aufnehmen will, wird der Apparat unter dem Arme mit einer Hand gehalten und mit derselben Hand in dem Augenblicke losgedrückt, wenn man sich der Person gerade gegenüber befindet.

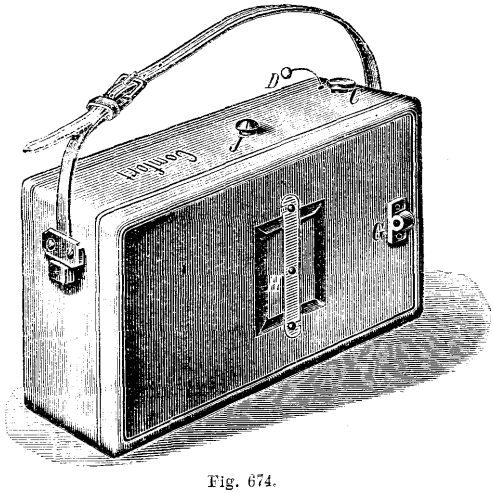


Fig. 674.

Fig. 675 zeigt die Handhabung bei Zeit-Aufnahmen, wobei der Momentverschluss nur halb aufgezogen ist.

Zum Einsetzen der Platten in den Apparat „Comfort" öffnet man die Klappe *H* Fig. 674, sowie ein Packet Platten, von welchen sich in einem Pappkästchen acht Stück befinden, die immer paarweise mit

ihren Schichtseiten gegeneinander liegen. Nachdem man die erste Platte mit ihrer Schichtseite nach dem Objectiv zu, in einen Ausschnitt der sich in dem Apparate befindlichen drehbaren Walze gesteckt hat, dreht man die Walze vermittelst der Scheibe *E*. Fig. 672, um eine Theilung weiter, wodurch revolverähnlich der nächste Walzenausschnitt unter die Klappenöffnung kommt, welcher dann ebenfalls mit einer Platte versehen ist. Nun wird die Scheibe *E* wieder um eine Theilung weiter gedreht und es werden die weiteren Platten eingeschoben.

Einen „photographischen Hut“ erfand Herr J. de Neck in Brüssel 1886.[1]) Derselbe gleicht einem gewöhnlichen Filzhute. Vorne ist eine kleine Oeffnung (wie ein Ventilator) *H* (s. Fig. 676), hinter dem das Objectiv des im Innern des Hutes befindlichen Apparates liegt. Dieser Apparat ist ganz aus Metall angefertigt und nimmt einen Raum von ungefähr 8—10 ccm ein, das Objectiv (Steinheil's Landschaftsaplanat kleinster Gattung) ist mit unverstellbarer Brennweite versehen und wird durch einen otirenden Verschluss geöffnet und geschlossen.

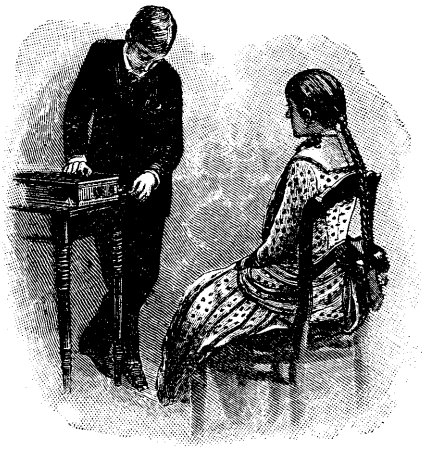


Fig. 675.

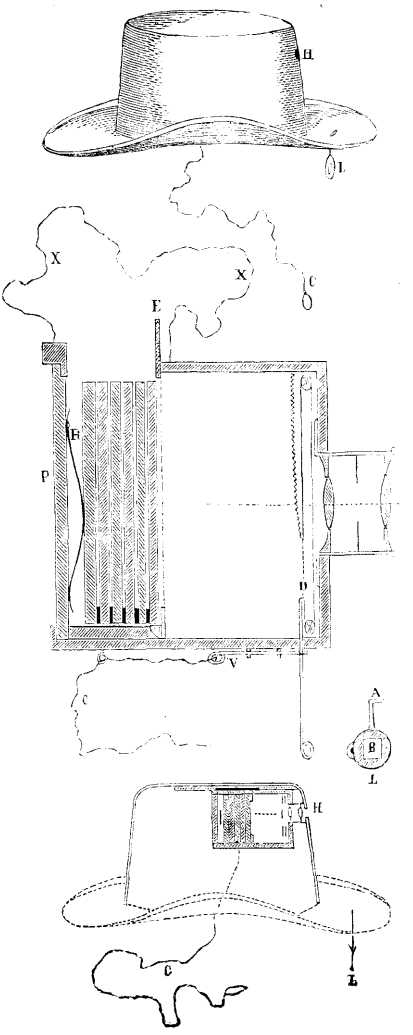


Fig. 676.
De Neck's photographischer Hut.

1) Eders's Jahrbuch f. Phot. für 1887. S. 113.

Die gewöhnliche Visirscheibe fällt hier aus. Zwölf in Metallcassetten befindliche Platten functioniren mittels eines Schnürchens. Die empfindlichen Platten, welche sich je in einer dünnen Metallcassette befinden, werden in den Apparat durch die Thüre *P* eingesetzt. Dieselben werden durch die Feder *R* automatisch in die Brennweite geschoben. Nach der Belichtung wird die Platte mit Cassette durch den Auszieher *E* in das Säckchen *X*, aus dreifachem Tuche hergestellt, gehoben und dann zwischen der Feder *R* und den anderen Platten eingesetzt. Durch die hervorgebrachte Spannung kommt die zweite Platte in den Focus und nach Aufziehen des Verschlusses kann eine zweite Aufnahme gemacht werden. Um das Wechseln der Platten zu ermitteln, muss der kleine Apparat aus dem Hute genommen und später wieder eingesetzt werden.

Es sei noch bemerkt, dass der Anfänger sich eines Suchers bedienen muss. Derselbe ist einem Lorgnon ähnlich (s. *L* Fig. 676), schiebt sich bei *A* an den Rand des Hutes. Sobald nun das photographirende Subject in das Gesichtsfeld *B* kommt, zieht er die Schnur *C* und löst den Verschluss *D*. Die hervorgerufenen Negative, welche $4^1/_2 \times 4^1/_2$ cm haben, können vergrössert werden.

II. Zusammenlegbare Hand-Camera mit unveränderlicher Einstellung.

Die zusammenlegbaren Hand-Cameras sind zumeist nach dem Principe der Balg-Camera construirt oder sie bestehen aus zusammenlegbaren Leder- oder Zeugstücken, welche sich durch eine Feder auseinanderlegen lassen. In der Regel haben diese Apparate eine unveränderliche Einstellung; seltener sind geringe Verschiebungen am Objective oder der Camera möglich und auch in diesem Falle nur für ein gegebenes Objectiv, so dass der Auszug nur wenig geändert werden kann. Diese Art von Cameras nimmt in der Regel einen kleineren Raum, als die vorhin beschriebene Art von Moment-Cameras ein und ist sehr beliebt.

Als Grundform dieser Apparate dürfte ein sehr kleiner zusammenlegbarer Landschafts-Apparat für Trockenplatten im Stereoscopenformat zu betrachten sein, welcher von Deyrolle in Paris (1874) construirt und „Scenograph" genannt wurde. Die Camera bestand aus Vorder- und Hinterbrett mit dazwischen gesetztem lichtdichtem Zeuge und lässt sich gänzlich zusammenlegen. Beigegeben sind: Objectiv, Theilwand für Stereoscop-Aufnahmen, Iconometer, 6 Cassetten aus Pappendeckel: die Camera bewegt sich in einem Kugelgelenke. Das Stativ besteht aus einem Dreifusse, dessen einzelne Theile in einander gesteckt werden konnten und dann einen Spazierstock bilden. (Phot. Mitth. Bd. 11, S. 188. 1874.)

Eine neuere zusammenlegbare Taschen-Camera für Trockenplatten, bei welcher eine Tuch-Camera aus einem Gerippe von Holz- und Metalldraht befestigt ist, macht Fig. 677 ersichtlich. Sie wurde (mit Doppel-Cassetten) von Dubroni in Paris Anfang der 1880er Jahre unter dem Namen „Le Stéréographe, Appareil photographique de poche" in den Handel gebracht.[1])

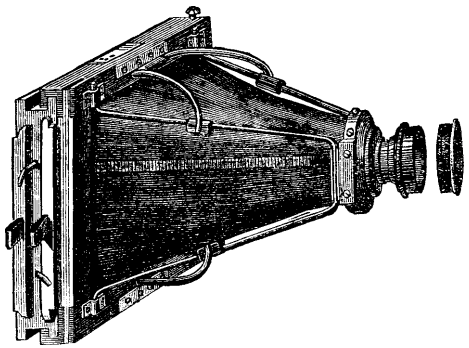


Fig. 677. Dubroni's Stereograph.

Später gab Dubroni in Paris seinem Apparate auch die in Fig. 678 und 679 abgebildete Form, bei welchem der Stoff-Sack, welcher den Blasebalg ersetzt, mittels der aus Holz gefertigten Seitentheile aufgestellt wird: Fig. 679 zeigt den zusammengeklappten Apparat. (Nach Vidal, Manual du Touriste photogr. 1885 S. 131.)

Dieses System der zusammenlegbaren Hand-Camera wurde in der Folge insbesondere von dem Camera-Fabrikanten Shew in London um das

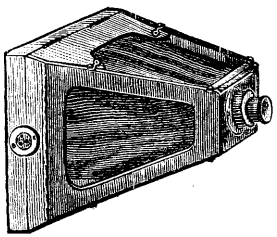


Fig. 678.

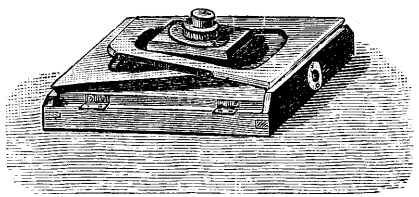


Fig. 679.

Dubroni's Stereograph.

Jahr 1888 acceptirt, ferner von Gilles in Paris (Bull. Assoc. Belge de Phot. 1889. S. 183), von Berthiot in Paris u. A. angewendet und fand viele Verbreitung. Auch die Firma Wanaus in Wien führte eine vorzügliche Moment-Camera dieser Art aus, welche wir im Nachstehenden näher beschreiben.[2])

Die „Moment-Hand-Camera" von J. Wanaus in Wien ist in Fig. 680 und 681 abgebildet. Zur Aufstellung der Camera werden die beiden Seitentheile *BB* (Fig. 680 und 681) geöffnet, das Objectivbrett *A* nach vorne gebracht, bis es in die rechts und links der Seitentheile be-

1) Auch kann der Apparat auf ein Stativ geschraubt und für Dauer-Aufnahmen verwendet werden.

2) Eders Jahrbuch f. Phot. für 1891. S. 389.

findlichen Einschnitte *CC* einschnappt. Hierauf wird die Feder des Momentverschlusses *D* gespannt.[1]) Dann wird der Sucher *E* an der Camera befestigt, die Cassette eingeschoben, geöffnet und exponirt. Der ganze Apparat sammt sechs Doppelcassetten findet in einer kleinen

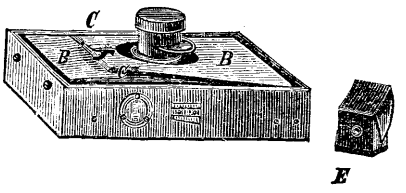


Fig. 680.

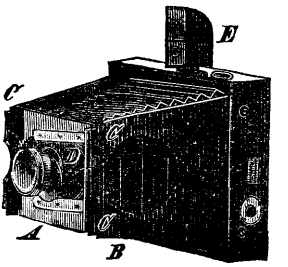


Fig. 681.

Wanaus' Moment-Hand-Camera.

Ledertasche Platz und kann sehr bequem getragen werden. Diese Moment-Hand-Camera ist bestens zu empfehlen.

Eine zusammenlegbare Moment-Camera mit Wechsel-Kasten (Plattenmagazin) ist auch die von Enjalbert construirte Moment-Camera „L'alpiniste", welche ungefähr seit 1887 erzeugt wird.[2]) R. Wachtl in Wien bringt dieselbe Construction unter dem Namen „Alpen-Camera" in den Handel und wir beschreiben dieselbe wegen der auch bei vielen andern Moment-Cameras acceptirten Wechselvorrichtung des Plattenmagazins im Nachstehenden noch genauer.

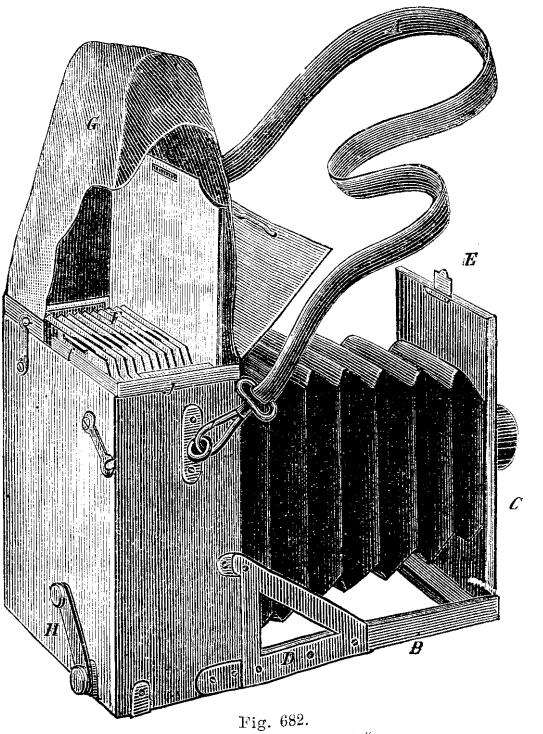


Fig. 682.
Enjalbert's „Alpiniste".

Behufs Benutzung der Camera schlägt man das

1) Derselbe ist nach dem auf Seite 328 beschriebenem Systeme construirt.

2) Phot. Mittheilungen 1887. Bd. 24, S. 125.

Laufbrett *B* auf und schiebt das Objectivbrett *C* vorne ein. Die feste Lage des Laufbrettes wird durch die seitwärts angebrachten Messingwinkel *D* gesichert. Er wird in die Höhe der Augen gehoben und, indem man über zwei an dem Apparate angebrachten Marken *E* visirt, auf den aufzunehmenden Gegenstand gerichtet.

Die empfindlichen Platten, zwölf an der Zahl, sind in kleine Holzrähmchen oder Metallrähmchen *F* eingeschoben, welche sie vor gegenseitiger Verletzung schützen und die Manipulationen des Plattenwechselns ermöglichen. Durch eine an der Rückwand angebrachte Feder werden sie nach vorwärts gedrückt. Ueber dieses Plattenmagazin ist ein lichtdichter Sack *G* aus weicher Kautschukleinwand gestülpt. Sobald eine Aufnahme beendet ist, wird mittels des in der Figur sichtbaren Hebels *H* die vorderste Platte etwas in die Höhe gehoben und dieselbe dann in ihrem Rahmen durch den Stoff hindurch erfasst und rückwärts angeschoben. Hierdurch kommt die nächste Platte in die zur Belichtung richtige Lage. Um Irrungen bei der Belichtung zu vermeiden, ist der letzte Plattenrahmen mit einem Einschnitte *f* versehen, der sich durch Greifen leicht fühlen lässt. Man kann daher jeden Augenblick die belichteten Platten controliren. Beim Füllen und Entleeren des Plattenmagazins wird der Deckel *J* (sammt Kautschuksack) abgehoben.

III. Moment-Cameras mit veränderlicher Einstellung.

Für die gewöhnlichen Moment-Aufnahmen belebter Strassenscenen ist — bei Anwendung von Objectiven mit hinlänglich kurzer Brennweite — die Verschiebung der Visirscheibe oder des Objectivs überflüssig, weil alle Gegenstände hinlänglich scharf im Bilde erscheinen, welche einige Schritte von der Camera weg entfernt sind. (Vergl. S. 243 und 505.) Werden aber Objective von etwas längerer Brennweite gewählt, um die Bildgrösse ansehnlicher zu erhalten, so wird bei der Aufnahme naher Gegenstände die Correctur der Einstellung nothwendig. Aus diesem Grunde sind mannigfache Systeme von Moment- und Hand-Cameras in Verwendung (namentlich für grössere Plattenformate: 9×12 cm oder 13×18 cm), bei welchen die Einstellung geändert werden kann. Jede der vorhin beschriebenen Moment-Cameras kann in diesem Sinne geändert werden und diese Aenderung ist sogar nothwendig, wenn die Brennweite der Objective ungefähr 20 cm übersteigt.

Die Grundform derartiger Detectiv-Cameras rührt von Bolas in London her, welcher sie beschrieb (1881), aber nicht für den Handel erzeugen liess. Jedoch bemächtigte sich die Praxis alsbald der von Bolas mitgetheilten Idee und es wurden zahlreiche, zum Theil schon vorhin beschriebene Constructionen dieser Art auf den Markt gebracht, wobei auch der von Bolas zuerst gebrauchte Name Detectiv-Camera für die ganze Gruppe der „Moment"-Hand-Cameras in Gebrauch kam.

Bolas[1]) beschreibt seine Detectiv-Camera folgendermassen:

A (Fig. 683) ist eine doppelte Messingblechhülse, welche durch ein Zahnrad und eine Zahnstange *B* nach Art der Objectiv-Fassung auseinander geschoben werden kann. In die Rinnen (Coulissen) bei *G G* kann die Cassette mit der empfindlichen Platte oder

1) Phot. News 1881. S. 231.

die Visirscheibe eingeschoben werden. Die Linse befindet sich bei *C*. Der vordere Theil der Messingbüchse ist bei *D* an das äussere Holzgehäuse befestigt. Bei *E* können drei Extra-Doppelcassetten eingeschoben werden. Ein daselbst angebrachtes Thürchen gestattet den Einblick auf die Visirscheibe. An dem Schraubenkopfe (bei *B*) ist eine Kreiseintheilung angebracht, an der man ablesen kann, in welcher Entfernung sich die Rückwand (bei *G*) von der Vorderwand (bei *C*) befindet; am besten ist es, gleich die Distanzen einzuschreiben, für welche der zu photographirende Gegenstand scharf eingestellt ist. Vor dem Objective ist ein Moment-Verschluss (der S. 534 beschriebene) angebracht. Vor der Oeffnung kann ein Reflexionsprisma *F* angebracht werden. Dasselbe täuscht die aufzunehmende Person über die Richtung, nach welcher der Apparat wirkt; das Ganze kann dann auf die Ebene *E* gestellt werden.

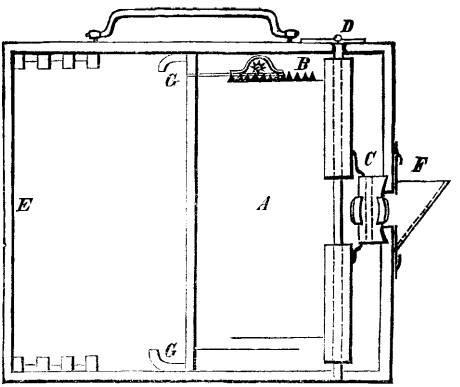


Fig. 683. Bolas' Detectiv-Camera.

In Fig. 684 ist die äussere Ansicht der Detectiv-Camera abgebildet. *A* ist die Oeffnung für das zur photographischen Aufnahme dienende Objectiv, *B* für das zum Einstellen benützte Objectiv, *C* Kautschuk-Ballon für den pneumatischen Moment-Ver-

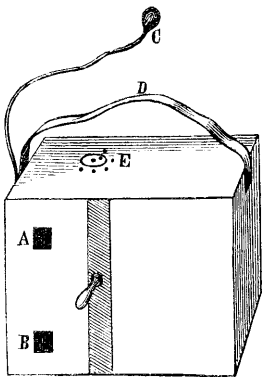


Fig. 684.
Aeussere Ansicht der Detectiv-Camera.

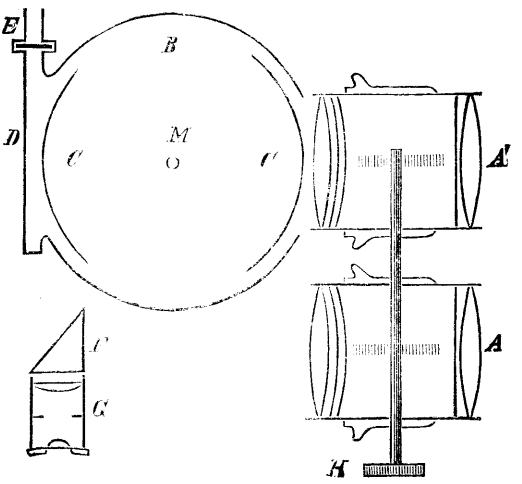


Fig. 685. Bolas' Detectiv-Camera.

schluss, *D* Riemen zum Tragen des ganzen Kästchens. Bei *E* befindet sich die Oeffnung, durch welche das Auge beim Einstellen blickt.[1])

Die eben beschriebene Anordnung kann dann getroffen werden, wenn man einen Aplanat, Euryscop, Rectilinear oder dergl. benutzt. Diese Objective arbeiten genügend

1) Phot. News 1881. S. 45.

tief und geben ein hinlänglich ausgebreitetes scharfes Bild, so dass das jedesmalige Einstellen mittels der Visirscheibe überflüssig ist.

Bei Porträt-Objectiven erscheint jedoch das Einstellen von Vortheil. Bolas benutzt in diesem Falle[1]) zwei ganz gleichartige Objective (von gleicher Brennweite); das eine dient zum Einstellen, das andere zum Photographiren. Fig. 685 zeigt die getroffene Anordnung. *A* und *A'* sind zwei gewöhnliche Porträt-Doppel-Objective, welche durch ein gemeinschaftliches Zahn-Trieb *H* bewegt werden. Das Bild des einen Objectivs *A* fällt auf die bei *D* befindliche empfindliche Platte. In der cylindrischen Büchse *C B C* dreht sich um die Achse *M* ein anderer Cylinder, welcher an zwei entgegengesetzten Seiten offen ist. Wenn der Cylinder in der Stellung von Fig. 685 ist, so sind die Lichtstrahlen von der empfindlichen Platte abgehalten. Dreht man ihn aber um $^1/_4$ seines Umfanges, so fällt das Bild auf die Platte. Für Moment-Aufnahmen kann man den inneren Cylinder durch eine Feder spannen und eine halbe Umdrehung rasch bewirken. — *F* ist ein rechtwinkliges Glasprisma, welches das Bild des Objectivs *A* in das Ocular bei *G* reflectirt und mittels welchem scharf eingestellt wird.

C. A. Steinheil in München bringt ausgezeichnete Detectiv-Cameras mit Moment- und Zeit-Verschluss (Constructionen A. B, C, D) seit 1887 in den Handel; sie erfuhren (1891) mannigfache Verbesserungen.[2]) Sie gleichen äusserlich einem Holzkästchen und werden in den Formaten 9×12 und 13×18 cm ausgeführt. Im Formate 9×12 kann dieselbe 12 Platten aufnehmen, statt welcher sich auch, durch Zuhilfenahme von Cartonrahmen (Trägern), Films oder Perutz'sche Emulsionshäute verwenden lassen. Die Camera 13×18 cm wird ohne Preisunterschied für 6 oder 12 Platten ausgeführt, auch kann eine solche nachträglich für 12 bezw. 6 Platten umgeändert werden. Die Camera gibt Bilder sowohl in Hoch- als Querlage, trägt zu diesem Zwecke zwei Sucher und ist verwendbar für Objectivabstände von unendlich bis circa 1,25 m für 9×12 und 1,50 m für 13×18 cm. Das Objectiv ist mit einem zum Schutze gegen Staub etc. dienenden Schieber und mit drei verschiebbaren Blenden ausgestattet. Die Vorderwand der Camera lässt sich herausnehmen.

Der Verschluss (sowohl für Zeit- als Moment-Aufnahmen eingerichtet) wird durch Drehen eines Knopfes gespannt, wobei jedoch die Verschlussplatte in unveränderter schliessender Lage verbleibt; der Objectivdeckel braucht daher auch beim Spannen des Verschlusses nicht geschlossen zu sein. Dies sowohl, als die jetzt durch einen Druck von vorn statt von der Seite erfolgende Auslösung, wodurch eine Erschütterung eher vermieden wird, gehören zu den Hauptvortheilen dieser neuen Verschlussvorrichtung. Die schnelle Gangart des Verschlusses lässt sich mittels einer Bremse verlangsamen.

---

1) Phot. News 1881. S. 533.

2) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1892. S. 340.

Das Wechseln der Platten bei A und B vollzieht sich durch einfache Handhabung des angebrachten Mechanismus. Bei der 12. Platte versagt das Wechseln, so dass man auf die Erschöpfung des Plattenvorraths aufmerksam gemacht wird.

Die Platten (oder Films im Rahmen) stecken, von Blechcassetten umfasst, hintereinander in dem Magazine, welches mit der übrigen Camera fest verbunden (Camera A) [Fig. 686 und 687] oder auch abnehmbar

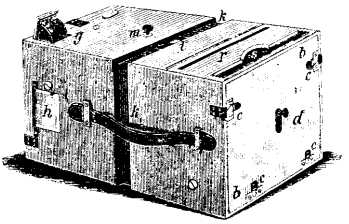


Fig. 686.

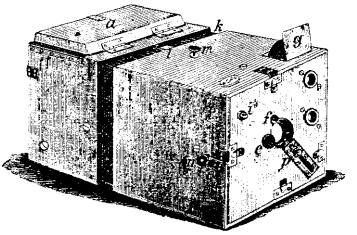


Fig. 687.

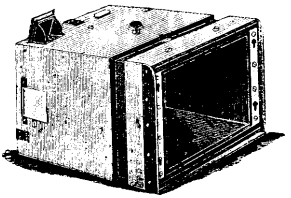


Fig. 688.

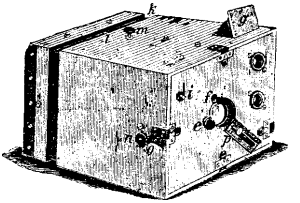


Fig. 689.

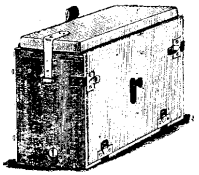


Fig. 690.

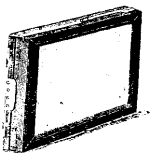


Fig. 691.

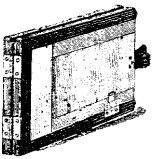


Fig. 692

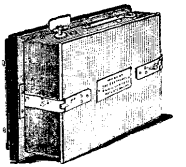


Fig. 693.

Steinheil's Detectiv-Camera.

(Camera B) sein kann. An Stelle eines oder mehrerer abnehmbarer Magazine (Fig. 690) lassen sich durch einfache Auswechslung (ohne Benutzung der Dunkelkammer) Doppelcassetten (Camera C) [Fig. 692] oder eine Eastman'sche Rollcassette (Camera D) [Fig. 693] verwenden.

1. Füllen der Camera. Nach Wegnahme der Hinterwand *b* lassen sich aus dem nun geöffneten Magazine die zwölf zur Aufnahme der Platten bestimmten Blechrahmen herausnehmen; nachdem diese, im Dunkelraume mit Platten versehen, wieder an ihren Platz gebracht sind, wird die Rückwand *b* wieder eingesetzt und mittels der vier Riegel *c* befestigt; es ist hierbei darauf zu achten, dass die Endstifte der an der Rückwand befindlichen Querstange, die mittels des Knopfes *d* nach auf- und abwärts

verschiebbar ist, in die an den inneren Seiten des Magazins sichtbaren gabelförmigen Stücke eingreifen und daher der Knopf *d* (und demnach auch Querstange und gabelförmige Stücke) ganz nach oben geschoben ist. — Als letzte Cassette ist diejenige zu verwenden, welche rückwärts Holzleisten trägt.

2. Einstellung. Die Camera ist im zusammengeschobenen Zustande auf alle über circa 10 m (für 9×12 cm) und 25 m (für 13×18 cm) entfernten Objective scharf eingestellt; für näher befindliche Gegenstände ist die Camera bei *k* auszuziehen und hierbei die vernickelte Scala *l* zu Hilfe zu nehmen. Der Knopf *m* dient zum Festschrauben der zwei Cameratheile nach erfolgter Einstellung. Trieb-Vorrichtung am Auszuge *k* erleichtert die Einstellung, wird jedoch besonders berechnet.

Bei Camera B kann ein Rahmen (Fig. 691) ohne Doppelcassetten verwendet werden, lediglich zum Zwecke der Einstellung und Beurtheilung der Bilder auf der Mattscheibe, nach welcher der Rahmen wieder durch das Magazin ersetzt wird.

3. Momentverschluss. Durch Drehen des Knopfes *e* an der Vorderwand der Camera nach rechts um 180 Grad wird der Verschluss gespannt, durch Drücken auf den federnden Stift *i* wird ausgelöst; die Gangart des Verschlusses wird durch Drehen der Schraube *u* nach rechts (einwärts) verlangsamt, während der schnellste Gang erreicht ist, wenn der Stift der Schraube *n* oben am Winkel *o* anschlägt, in welcher Stellung die Schraube *n* auch zu verbleiben hat, wenn die Camera ausser Gebrauch ist.

Bei Zeitaufnahmen (wobei sich die Camera selbstverständlich auf einem Stative oder einer festen Unterlage zu befinden hat) klemmt man stark mit *n*, spannt den Verschluss bei *e* und drückt kurz auf *i*; der Verschluss öffnet sich hierdurch und bleibt geöffnet stehen, bis ihn ein zweiter Druck auf *i* wieder schliesst.

4. Blenden. Durch Verschieben des Knopfes *p* (bei leichtem Drucke gegen die Führungsleisten) lassen sich nach Bedarf drei verschiedene Blenden benutzen.

5. Aufnahme. Nach dem Spannen des Verschlusses wird, falls nicht schon vorher geschehen, der Objectivschieber *f* geöffnet und die Aufnahme kann unter Benutzung des einen der beiden Sucher *g* und *h* durch Auslösen des Verschlusses vor sich gehen; die Camera ist während der Aufnahme genau horizontal zu halten.

Bei der Camera B (mit abnehmbarem Magazine) ist vor der Aufnahme die Hartgummiplatte herauszuziehen, wobei der Spalt durch eine Feder vollständig lichtdicht verschlossen wird. — Wird der Hartgummischieber wieder eingeführt, so muss dies mit beiden unteren Ecken (d. h. mit der ganzen Kante) gleichzeitig geschehen.

6. Wechseln der Platten. Nach der Aufnahme wird der den Ledersack schützende Magazindeckel aufgeklappt, der Knopf *d* an der Rückwand nach abwärts und wieder zurückgeschoben, wodurch die exponirte Platte unter dem lichtdicht schliessenden Ledersacke durch den vorderen Schlitz *a* zum Vorscheine kommt; diese wird mit der Hand völlig herausgezogen und in den hinteren Schlitz *s* eingeschoben. (Der lichtdichte Ledersack ist auf der Abbildung weggelassen.) Alsdann ist die Platte zur Exposition bereit.

7. Auswechslung der Rücktheile der Camera B, C, D. Das Magazin Fig. 690) der Camera B kann im Freien abgenommen werden und zwar wie folgt: Nach Zurückziehen des Riegels am Boden der Camera wird das Magazin nach aufwärts geschoben, wodurch die Haken, vermittelst welcher das Magazin an dem Vordertheile (Fig. 688 und 689) der Camera eingehängt ist, ausgelöst werden. Die Hartgummiplatte an der Vorderseite des Magazines verschliesst dieses hierbei lichtdicht.

ad B. An Stelle des abgenommenen Magazines (Fig. 690) können weitere Magazine mit je 12 Platten eingehängt werden.

ad C. Ein Rahmen mit Mattscheibe (Fig. 691), auf gleiche Weise wie die Magazine in die Camera einzuhaken, ermöglicht die Anwendung von Doppelcassetten (Fig. 692).

ad D. Durch ebensolche Auswechselung ist auch eine Eastmann'sche Rollcassette (Fig. 693) anwendbar, welche, wie das Magazin auf der Vorderseite, mit einem Hartgummischieber lichtdicht verschliessbar ist.

Der Vordertheil (Fig. 688 und 689) ist bei allen drei Cameras B bis D gleich und kann daher jeder der drei Rücktheile (Fig. 690—693) an ersteren angepasst werden, auch kann jeder dieser drei Theile nachträglich für eine dieser Cameras, ohne dass deren Einsendung unbedingt erforderlich ist, bezogen werden.

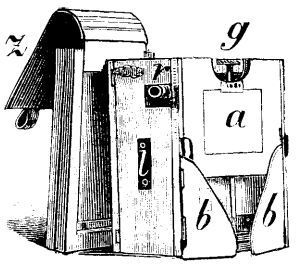


Fig. 694.

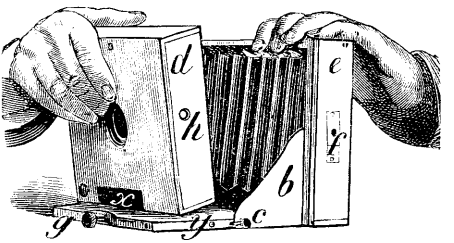


Fig. 695.

Harbers' Detectiv-Camera.

Chr. Harbers in Leipzig bringt eine gute Detectiv-Camera „Courir" in den Handel. Fig. 697—699 zeigen den Apparat von aussen.[1])

Neben ihrer Haupteinrichtung für den Gebrauch der althergebrachten Doppelcassette (S. Fig. 694) lässt sich zu derselben jede andere Art Plattenwechselsystem verwenden; sie besitzt einen automatischen Verschluss, indem die Camera sich durch einen kräftigen Druck der zugehörigen Gummibirne öffnet und zugleich wieder schliesst. Diese Camera besitzt nur einen kleinen festen Theil, und für die Erzielung des nöthigen Abstandes des Objectives von der lichtempfindlichen Trockenplatte einen Balg aus Leder.

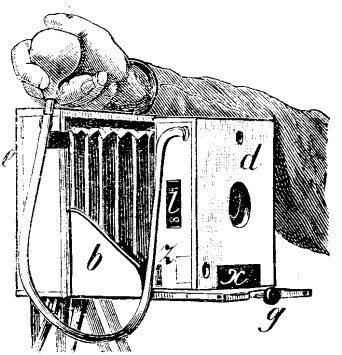


Fig. 696.

Harbers' Detectiv-Camera.

Für die Aufnahme hat man nur nöthig, den äusseren sichtbaren Theil *a*, Fig. 694 (den Laufboden) umzuklappen, derselbe wird auf seinen beiden Trägern *b* und dem Federknopfe *c*, Fig. 695, im rechten Winkel zur Mattscheibe festgehalten, und setzt man nun den Objectivtheil *d* nach Herausziehen aus dem Mattscheibentheile vorn auf dem Laufboden so ein, dass, wie Fig. 695 zeigt, der umgekröpfte Messingtheil *x* vorn unter

1) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1892. S. 345.

die Messingplatte *y* des Laufbodens fasst und zwar setzt man denselben 2 cm weit von der linken Kante ein, derart, dass die beiderseitigen Ausschnitte der Messingplatten des Laufbodens und des Objectivtheiles hinten in einander kommen. Jetzt schiebt man den Objectivtheil um die vorerwähnten 2 cm nach links und derselbe steht parallel mit der Mattscheibe resp. der Trockenplatte auf dem Laufboden (Fig. 696). *r* der Fig. 694 ist die Oeffnung des Verschlusses, an den der in Fig. 696 ersichtliche Schlauch mit Birne gesteckt wird, und ist damit der Apparat

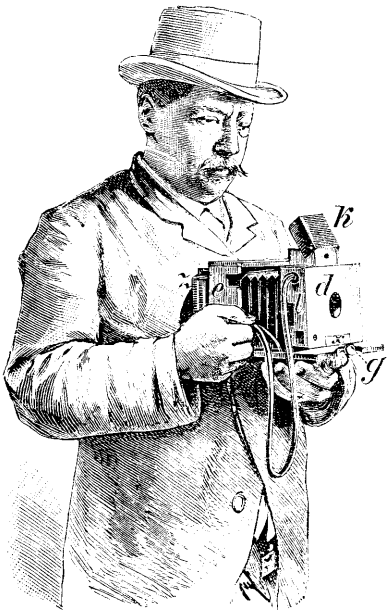


Fig. 697. Fertig für die Exposition ohne Tasche.

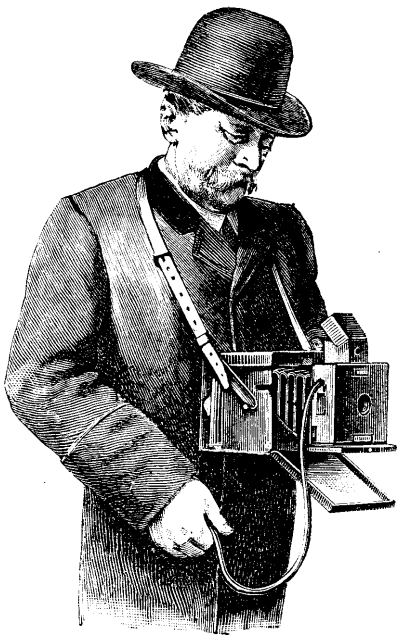


Fig. 698. Fertig für die Exposition in der Tasche.

zum Gebrauche fertig. An der rechten Seite des Laufbodens befindet sich eine Scala, auf welcher die Entfernungen resp. der Abstand für die Aufnahme angemerkt ist. Zunächst dem Rücktheil befindliches *U* bezeichnet die Einstellung auf Unendlich resp. Entfernungen über ca. 10 m. Dies ist sozusagen die Normalstellung der Camera. Die nächsten Bezeichnungen 8, 6, 4, 3, 2 und 1 bedeuten, wie die Bezeichnung „Meter" an dem Zeiger *Z* des Objectivtheils schon andeutet, dass die Camera scharfe Bilder gibt, wenn der Focus derart verändert ist, dass also der Zeiger des Objectiv-Vordertheiles mit dem Worte „Meter" auf die entsprechende Zahl der ungefähren Entfernung in Metern zeigt. Will man also eine Strassenscene oder Gruppenaufnahme machen, die sich in der ungefähren Entfernung von 4 Metern befindet, so hat man

durch Drehung des Knopfes *G* den Objectivtheil vorzubewegen, bis der Zeiger „Meter“ auf dem Striche bei der Zahl 4 steht. Ebenso kann man also selbst Porträt- resp. Reproductions-Aufnahmen machen, indem man den Objectivtheil der Distanz entsprechend stellt. Der Apparat ist auch für Zeit-Aufnahmen eingerichtet.

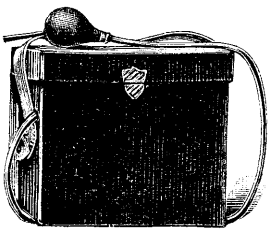


Fig. 699.
Verpackt in geschlossener Tasche. 9×12. Apparat-Dimension 17×16×13 cm. Gewicht mit 3 gefüllten Cassetten $2^1/_2$ Kilo.

Die Universal-Detectiv-Camera „Courir“ wird in zwei Grössen, für Platte 9×12 und 13×18, hergestellt.

Die Fig. 698 veranschaulicht den Apparat, in einer Umhängetasche befindlich.

Eine andere Art der Einstellung zeigt die amerikanische, von Anthony in New-York im Jahre 1885 in den Handel gebrachte, Schmid'sche Detectiv-Camera in Fig. 700. Bei *a* befindet sich das Objectiv mit einem Momentverschlusse; durch die Oeffnung *b* wird ein Bild mittels Spiegels nach *c* geworfen, wodurch man die richtige Lage des Bildes aufsuchen kann. Die empfindlichen Platten befinden sich in der Cassette *d* und die Rückwand der Camera kann nach Bedarf mittels einer einfachen Hebelvorrichtung *e* verschoben werden, je nachdem der Gegenstand näher oder weiter entfernt ist.

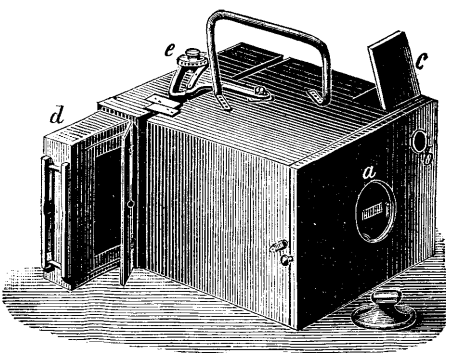


Fig. 700. Schmid's Detectiv-Camera.

Sehr beliebt sind Moment-Cameras mit zwei identischen Objectiven, wovon das eine als Sucher dient, das Bild in derselben Grösse zeigt, wie das photographische Objectiv und das Einstellen des Bildes während des Suchens gestattet. (Vergl. S. 406).

Eine vortreffliche Moment-Camera dieser Art ist Français' (Paris) „Cosmopolite“ oder „Kinegraphe“, welche (Modell von 1890) im Nachstehenden abgebildet ist. Das Plattenformat ist 9×12 cm, das Gesammtvolumen des Apparates 16×19×22 cm, das Gewicht $2^1/_2$ kg. Der Apparat besitzt zwei identische Objective, wovon das eine als Sucher dient und das Bild durch einen Spiegel nach oben auf eine Visirscheibe wirft. Der Vortheil dieser Form liegt darin, dass das Bild auf der Visirscheibe dieselbe Grösse wie das am Negative hat. Fig. 701—703 zeigen das Aeussere der Camera und zwar Fig. 701 den Apparat mit geöffneter Cassette und Sucher, Fig. 702 in geschlossenem Zustande (daneben

die Cassette). Als Objective dienen Français' Aplanate von 16 cm Focus und einer Blende $\frac{f}{10}$. In Fig. 703 ist der Längsschnitt abgebildet.

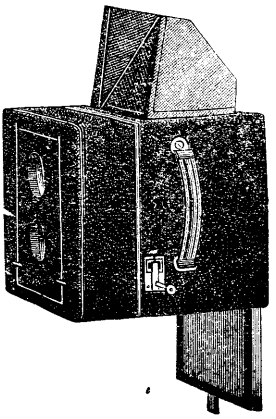


Fig. 701.

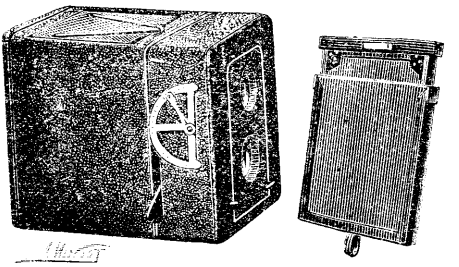


Fig. 702.

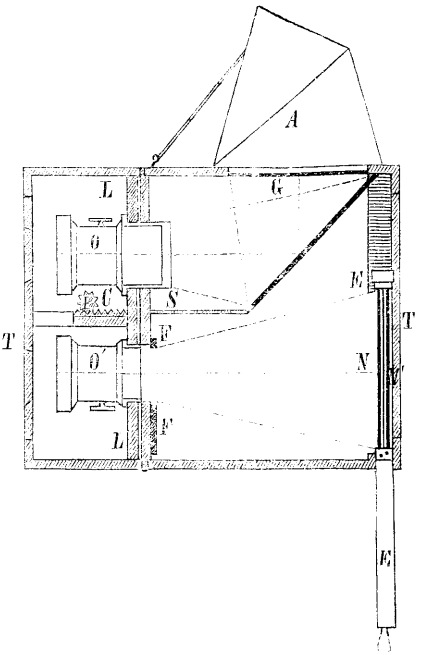


Fig. 703. Français' „Cosmopolite".

Der innere Raum wird einerseits durch die horizontale Wand *S* und den unter 45 Grad geneigten Spiegel *M*, andererseits durch die verticale Wand hinter dem Objectivbrette *L*, in drei Theile getheilt. Beide Objective sind auf dem gemeinschaftlichen Objectivbrette *L* befestigt und können mittels des Triebes *P* und der Zahnstange *C* behufs Einstellens verschoben werden. Der Trieb *P* lässt sich von aussen mittels eines kleinen Hebels drehen. Das obere Objectiv *O* entwirft das Bild auf den Spiegel *M*, welcher es dann auf die Visirscheibe *G* reflectirt. Behufs leichteren Beobachtens des Bildes dient der aufklappbare Lichtschirm *A*. Die Visirscheibe *G* hat die Grösse der Negativplatten. Die Vorderwand *T'* der Camera ist abnehmbar und gegenüber den Objectiven mit zwei kreisrunden Oeffnungen versehen. Die Rückwand *T* lässt sich behufs Einführung der Cassette thürartig öffnen und schliessen. Der Momentverschluss *F* ist regulirbar

und befindet sich hinter dem Objective O; er besteht aus einer rotirenden Scheibe mit Sector-Ausschnitt, welcher durch eine Spiralfeder bewegt wird. Die Cassette EE ist nach dem Systeme Vidal construirt. Behufs Belichtung wird die Cassettenhülle E herabgezogen, wodurch die Platte N frei wird. Nach der Belichtung wird die Hülse hineingeschoben und die zweite Platte zur Exposition gebracht.

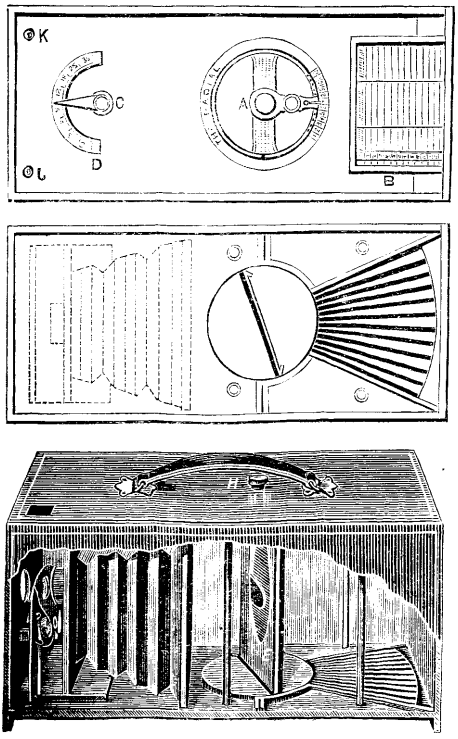


Fig. 704. Marion's Radial-Camera.

Unter dem Namen Radial-Camera wird von Marion & Co. in London eine Detectiv-Camera in den Handel gebracht, welche eine originelle Vorrichtung zum Plattenwechseln besitzt (Fig. 704). Die 12 Platten (Grösse $4^1/_4 — 3^1/_4$" engl.) befinden sich in dem radial gegen den Expositionsort verlaufenden Nuthen. Soll eine Platte zur Exposition kommen, so wird die drehbare Platte E so lange gedreht, bis die an ihr befindliche Rinne, welche zur Aufnahme der Platte bestimmt ist, mit einer der Radialnuthen in eine gerade Linie zu stehen kommt, worauf die Platte eingeschoben und E durch Drehung in die Expositionstellung gebracht werden kann. Behufs Plattenwechsels wird die exponirte Platte analog obigem Vorgange in die entsprechende Radialnuthe zurückgeschoben und aus der nächsten Nuth eine Platte an deren Stelle nach E gebracht. Die Vorrichtung ist einfach und sinnreich.

Watson's Detectiv-Camera.[1]) (Fig. 705) erscheint von Aussen wie ein kleiner Handkoffer mit Griff und Schloss. Die Grösse derselben ist $13 \times 20 \times 24$ cm, die Platten-, resp. Bildgrösse ist 9×12 cm. Die Einstellung geschieht mittels eines aussen angebrachten Hebels mit Einstell-Index.

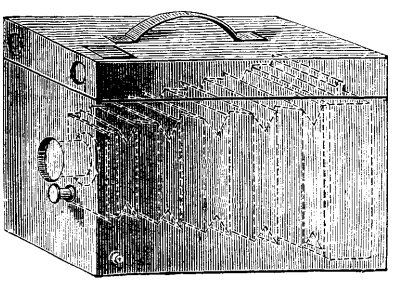


Fig. 705.
Watson's Detectiv-Camera.

Ein compendiöser Taschen-Apparat ist Marion's Miniatur-Camera, welche um das Jahr 1883 erfunden worden war. Fig. 706 zeigt den Apparat in der doppelten Grösse. Die Platten haben nur 3 cm Seitenlänge. Ein Visirrohr erlaubt die Ein-

1) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1889. S. 340.

stellung des gewünschten Gegenstandes in das Gesichtsfeld der Camera. An der Vorderseite ist ein Fallbrett angebracht. Eine Zahnstange ermöglicht das Einstellen

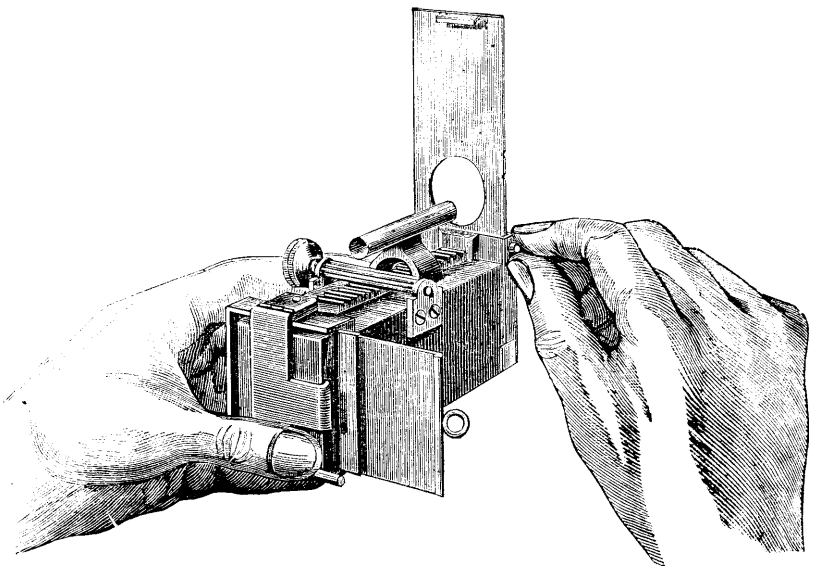


Fig. 706. Marion's Miniatur-Camera.

des Bildes. Die Cassetten sind entsprechend klein und aus Metallblech gefertigt. Der Apparat hat kaum mehr Werth als ein Spielzeug.[1])

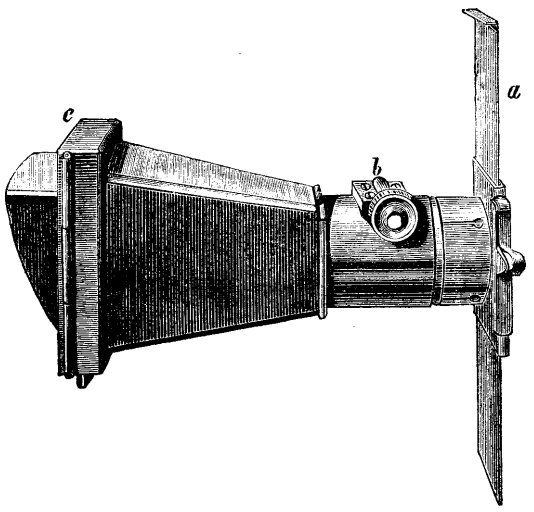


Fig. 707. Marion's Miniatur-Camera.

Später (1885) änderte Marion in London die Form der „Metall-Miniatur-Camera" nach Fig. 707 ab. Der Vordertheil trägt einen Momentverschluss (*a*)

1) Eder's Momentphotographie". 2. Aufl. (W. Knapp in Halle.)

wie der vorige; die runde Röhre, welche das Objectiv in sich schliesst, ist durch einen Trieb (*b*) verschiebbar, so dass man das Bild auf der Visirscheibe bei *c* scharf einstellen kann. Ein kleiner Metallschirm hält seitliches Licht ab und erleichtert das Einstellen. Am gebräuchlichsten sind Plattenformate 2×2 englische Zoll für solche Miniatur-Cameras.

Als Curiosum sei erwähnt, dass man eine Miniatur-Camera in die Form eines Opernglases gebracht hat. In das eine Rohr des Opernglases (Fig. 708) wird ein mattes Glas eingeschoben und damit eingestellt, während in das andere die empfindliche Platte kommt. (Eder's Momentphotographie. 2. Aufl. S. 31.)

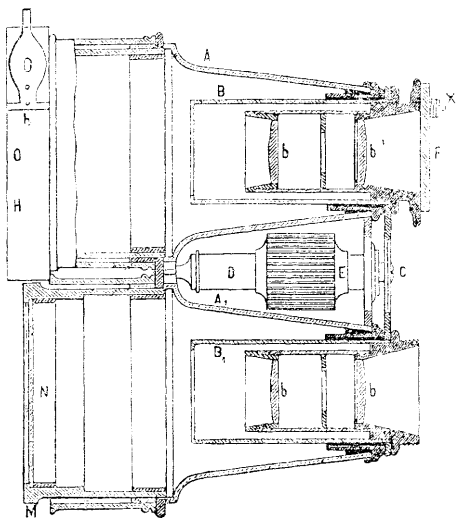


Fig. 708.
Hand-Camera in Form eines Opernglases.

Hauptmann Himly brachte im „Vereine zur Förderung der Photographie in Berlin" in Erinnerung, dass eine Detectiv-Camera in Form eines Opernglases bereits im Jahre 1872 vom Optiker Dörffel aus Paris importirt wurde. Das eine Rohr ist mit Loupe, matter Scheibe und Einstelllinse versehen, das andere dient zur photographischen Aufnahme. (Photogr. Mitth. 1888, Bd. 25. S. 58.)

IV. Verschiedene Arten der Moment- und Detectiv-Camera mit Rollcassetten.

Die verschiedenen Systeme der Hand- und Detectiv-Cameras können mit Rollcassetten ausgerüstet werden und Dr. Steinheil bringt z. B. seine Moment-Camera, sowohl mit gewöhnlichen Cassetten und Plattenmagazinen als auch mit Rollcassetten in den Handel (s. S. 534). Gegenwärtig sind die Films der Eastman-Compagnie (London) besonders verbreitet und auch die von der Eastmann-Compagnie in den Handel gebrachten Rollcassetten und Moment-Cameras erfreuen sich grosser Beliebtheit. Allerdings sind neben diesen Apparaten noch zahlreiche von anderen Fabrikanten im Handel, welche gleichfalls gut entsprechen. (Vergl. S. 383 dieses Bandes.)

Wir wollen das Princip einer Moment-Camera mit Rollcassetten an Krügener's „Delta-Roll-Camera"[1]) erklären. Sie besitzt zwei Spulen, auf welche die biegsamen Films aufgerollt werden.

Das Hauptprincip der Camera (Fig. 709) beruht darauf, dass sich die Film zwischen den beiden Spulen *a* und *b* (Fig. 710) während des

1) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1892. S. 214.

Wechselns frei ausspannt und keinerlei Reibung an irgend welcher Stelle ausgesetzt ist. Ist die genügende Länge für eine Aufnahme abgerollt, so wird das Brettchen *d* mit Hilfe des durch den Deckel hindurchgehenden Stempels *f* gegen die zu beiden Seiten liegenden Leisten *e* angedrückt, die mit den Querleisten *m*, welche die Spulen gegen Licht schützen, zusammen einen Rahmen bilden, der genau im Focus des Objectivs liegt. Zugleich mit diesem Einschieben in den Focus wird die Film mittels der Spitzen *k* durchlöchert, um die Aufnahmen später abtrennen zu können. Das Brettchen *d* wird beim Verschieben durch Drehen des Knopfes im Stempel *f* unter den Haken *i* vom Zurückspringen verhindert. Ist die Aufnahme gemacht, so dreht man den Knopf unter dem Haken *i* fort und es legt sich dann, das Brettchen durch die Federn *g* getrieben, nach dem Deckel *l*, so dass die Film wieder ganz frei ist und für eine weitere Aufnahme abgerollt werden kann. Das Einsetzen einer frischen Spule ist äusserst einfach und hat man Licht kaum dabei nothwendig. Die eingedrückten Löcher sind so gross, dass man sie bei ganz geringem Lichte dennoch gut sehen und infolge dessen die Aufnahmen bequem trennen kann. Der Mechanismus, der anzeigt, dass ein genügendes Stück Film abgerollt ist, liegt aussen an der Camera und kann der Schlüssel nicht weiter gedreht werden, wenn genügend Film gewechselt ist. Ebenso werden die gemachten Aufnahmen durch Zahlen angezeigt. Die Optik und der Moment-Verschluss ist wie bei der Delta-Camera eingerichtet. In der Camera befinden sich zwei Sucher für Hoch und Quer.

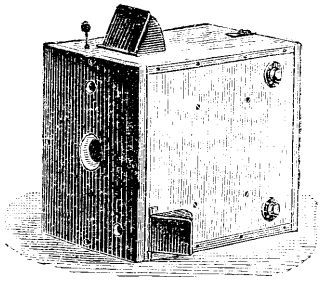


Fig. 709.

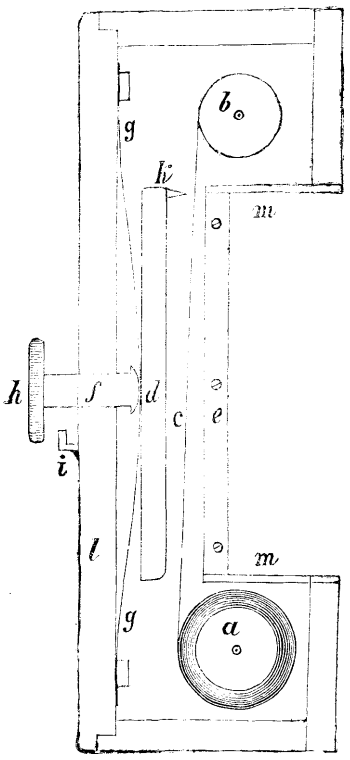


Fig. 710. Krügener's Rollcassette.

Hierher gehört auch die auf Seite 390 beschriebene Goerz'sche Camera.

Eine besondere Verbreitung hat die seit dem Jahre 1888 von der Eastman-Compagnie in London in den Handel gebrachte Detectiv-

Camera „Kodak". Fig. 711 zeigt das Aeussere der Camera in ihrer ursprünglichen Form[1]) [Kodak Nr. I] von den Dimensionen 8×9×16 cm und dem Gewichte von 680 g. Der Apparat ist für eine Bildgrösse

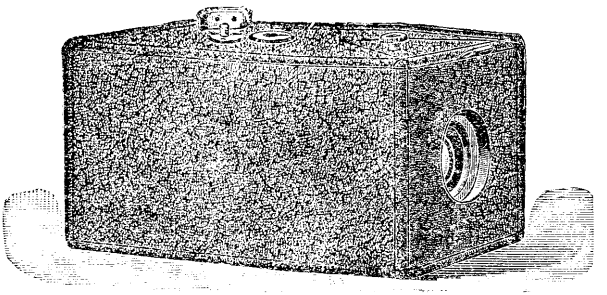


Fig. 711. Eastman's Kodak-Camera Nr. I.

von 6,5 qcm Durchmesser und für die Anwendung von abziehbarem Negativpapiere (Stripping-films) bestimmt. Letzteres wird für diesen Apparat in Rollen für 100 Bilder geliefert. (Fig. 712.) Die Bestand-

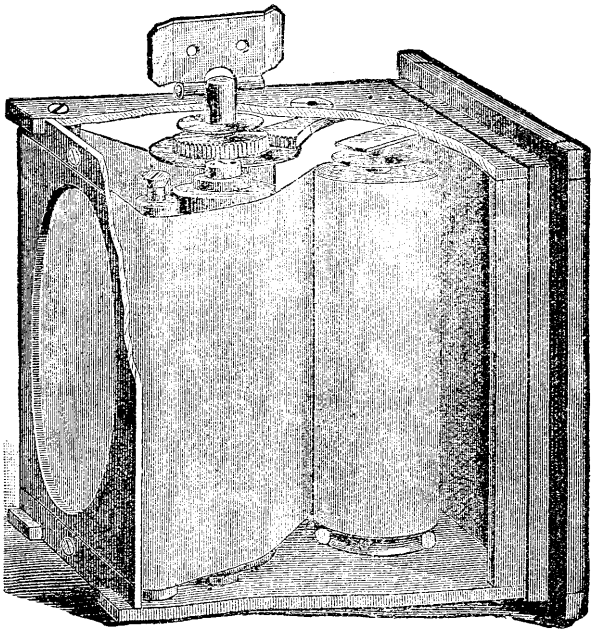


Fig. 712. Eastman's Rollcassette.

theile der Rollcassette sind dieselben wie bei den gewöhnlichen Rollcassetten, nur anders disponirt, so dass die Breite des Apparates auf

1) Phot. News 1888. S. 578. Phot. Corresp. 1888. S. 484 u. 541.

Kosten der Länge möglichst reducirt wurde. Fig. 714 zeigt schematisch die Zusammenstellung der Rollen. Fig. 713 zeigt die Rollcassette abgenommen im Abnehmen des belichteten Papieres aufgestellt.

Das Objectiv ist im Innern des Kästchens; der Momentverschluss besteht aus einem horizontalen, hohlen, drehbaren Cylinder, welcher das Objectiv umschliesst und der zum Durchgange der Lichtstrahlen auf ent-

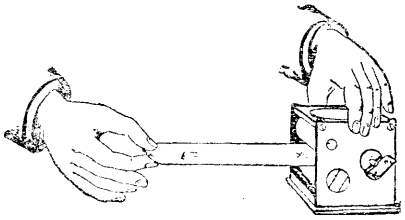


Fig. 713.

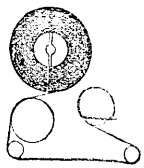


Fig. 714.

Eastman's Rollcassette.

gegengesetzten Stellen des Mantels zwei Oeffnungen enthält, so dass beide Oeffnungen gleichzeitig an der Vorder- und Hinterseite des Objectives vorübergehen (vergl. S. 533). Der Verschluss wird durch eine Feder bewegt, welche mittels einer Schnur von aussen gespannt wird; die Auslösung geschieht durch Druck auf einen Knopf an der Seitenwand der Camera. Für lange Expositionen kommt die gewöhnliche Objectivklappe in Anwendung. Bei der Aufnahme drückt man die Kodak-Camera fest an die Brust, indem man sie horizontal hält; wenn der Gegenstand sehr niedrig

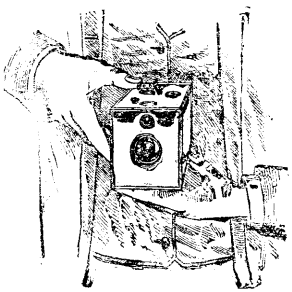


Fig. 715.

Fig. 716.

Gebrauch der Kodack-Camera.

ist, z. B.: ein Kind, ein Hund etc., so muss man sich niederlassen und die Aufnahme horizontal in der Mitte des Objectives machen (Fig. 716).

Die Kodak-Camera wird in verschiedenen Grössen erzeugt. Nr. 1 und 2 haben einen festen Focus und geben runde Bilder von 65 bis 88 mm Durchmesser.

Die Kodak-Camera Nr. 3 „Regular" gibt viereckige Bilder im Formate $8 \times 10^1/_2$ cm, hat Rollcassetten für 100 Aufnahmen und eine Grösse der Camera $11 \times 14 \times 29$ cm. Fig. 717 zeigt diese Camera, welche

mit zwei Suchern versehen ist, und zwar einem für Hoch- und einem für Querbilder; der Momentverschluss ist eine rotirende Scheibe und es ist Zahnstange mit Trieb zum Einstellen vorhanden. Die grösseren

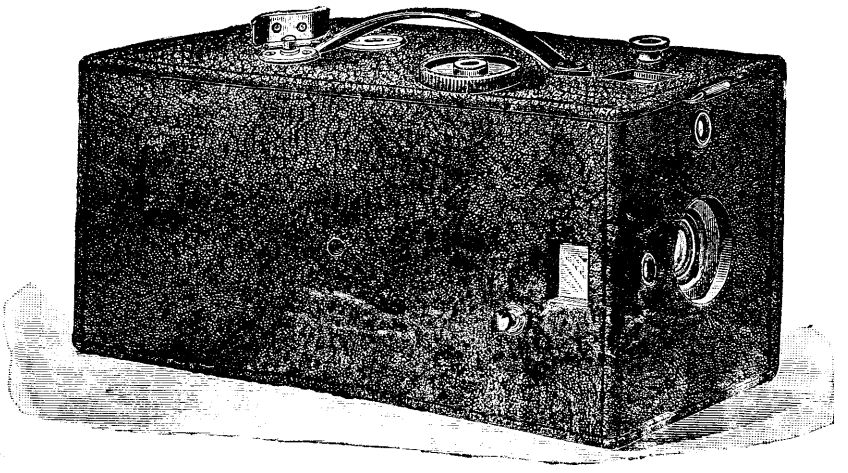


Fig. 717.

Nummern haben ein ähnliches Aeusseres, geben jedoch Bilder im Formate $8 \times 12^1/_2$ cm, z. B. die Kodak Nr. 4 „Junior", welche für 48 Aufnahmen bestimmt ist und Kodak Nr. 4 „Regular" (für 100 Bilder). Eine andere

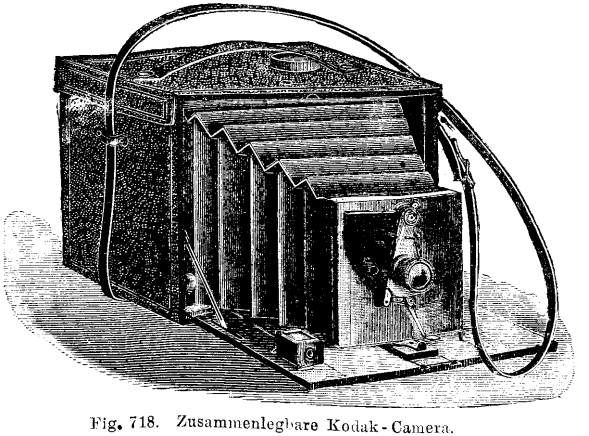


Fig. 718. Zusammenlegbare Kodak-Camera.

Einrichtung hat die „zusammenlegbare Kodak-Camera" (Folding), welche einen Balg besitzt, zusammengelegt werden kann (Fig. 718), und beim Verpacken in ein Kästchen gelegt wird (Fig. 719), welches

nur $^2/_3$ des Raumes der aufgestellten Camera beansprucht. Fig. 720 zeigt den Momentverschluss dieser Camera im Momente des Spannens.

Die Kodak-Camera der Eastman-Compagny ist eine sehr verläss-

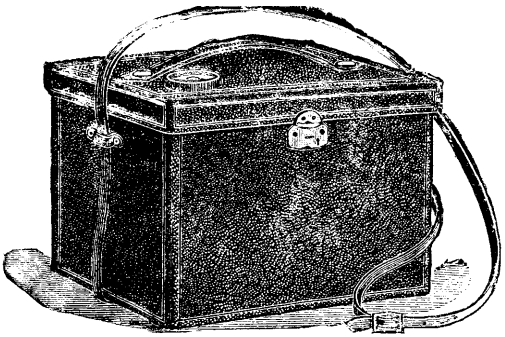


Fig. 719.

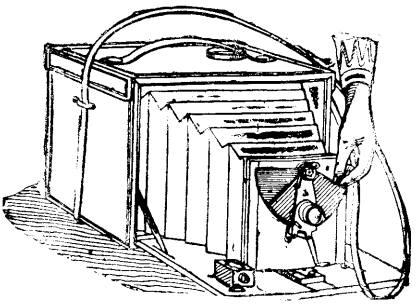


Fig. 720.

Zusammenlegbare Kodak-Camera.

liche und sehr zu empfehlende Art von Handcamera mit Film, welche bei Reisen die besten Dienste leistet.

VIERUNDZWANZIGSTES CAPITEL.

HERSTELLUNG VON PHOTOGRAPHISCHEN SERIENBILDERN. CHRONOPHOTOGRAPHIE.

Die ersten systematischen in regelmässigen Intervallen hergestellten Photographien von Menschen oder Thieren in Bewegung machte der Amerikaner Muybridge durch Anregung des Gouverneurs Leland Stanford.[1]) Er begann seine Versuche auf den Züchtereien zu Palo Alto in Californien im Jahre 1877 und 1878.

Muybridge liess ein Pferd auf einer Rennbahn traben, und zwar vor einer Reihe von zwölf bis dreissig nebeneinander befindlichen Cameras, welche automatisch arbeiteten (Fig 721). Auf der mit Kautschuk gepflasterten Rennbahn waren Fäden gespannt, welche zum Momentverschluss der Camera führten. Der Verschluss wurde mittels Electricität in Function gesetzt, sobald das Pferd einen dieser Fäden bei seinem Laufe entzweiriss oder nur berührte. Dadurch wurde eine Camera nach der anderen, sobald das Pferd vorbeikam, zur Aufnahme geöffnet und dreissig aufeinanderfolgende Photographien während des Laufes erhalten. Je nach der Schnelligkeit des Thieres folgten die Aufnahmen in Zwischenräumen von $1—{}^1/_{100}$ Secunde aufeinander.

Neben dieser Reihe der automatisch functionirenden Cameras befanden sich fünf andere — auf unserer Skizze sind nur drei sichtbar — welche während des Experiments an verschiedenen Stellen der Bahn aufgestellt waren. Dadurch erhielt Muybridge verschiedene Ansichten des in Bewegung befindlichen Pferdes.

1) Eder's Momentphotographie. 1886. 2. Aufl. S. 141.

Die Momentbilder wurden mit lichtstarken Porträtobjectiven und einem sehr rasch wirkenden Verschlusse, der durch starke Federn getrieben wurde, gemacht. Muybridge schätzt die Exposition auf $^1/_{10000}$ Secunde; jedoch erscheint dies übertrieben und dürfte kaum $^1/_{1000}$ Secunde betragen.

Was immer für eine Zeit es gewesen sein mag, sicher ist, dass Muybridge scharfe Bilder eines galoppirenden Rennpferdes erhielt.

Das Pferd bewegte sich vor einer weissen, hellbeleuchteten Wand. Auf dieser hebt sich das Bild des Pferdes als dunkle Silhouette ab. Eigentlich ist es die helle Wand, welche das photographische Bild liefert.

Fig. 722 zeigt die Augenblicksbilder des Rennpferdes „Sallie Gardner", welches sich 16 m pro Secunde bewegte und in Zwischenräumen von $^1/_{25}$ Secunde aufeinanderfolgend aufgenommen wurde. Im Originale sind die Contouren aber nicht so scharf wie in unserem nach dem photographischen Originale verkleinert ausgeführten Holzschnitte.

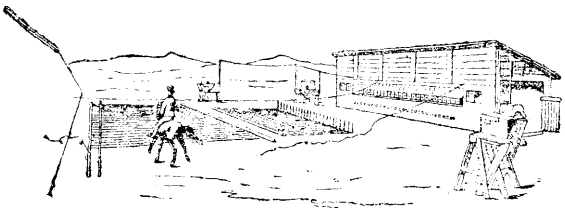


Fig. 721.

Die Besprechung der aus diesen Aufnahmen gemachten anatomischen Studien würde hier zu weit führen. Es sei auf die illustrirte ausführliche diesbezügliche Abhandlung im „Scientific American"[1]) verwiesen.

Ausserdem rühren von Muybridge die Bilder trabender Pferde (3,3 m pro Secunde) her, ferner Bilder von Pferden, welche vor kleine Wagen gespannt sind und sich 1,6—10 m pro Secunde bewegen. Hierauf folgen die Aufnahmen von Schweinen, Hunden, Rindern und Menschen, woraus Muybridge ein Album von 203 Seiten herstellte.

In Fig. 723 ist die Photographie eines galoppirenden wilden Stieres wiedergegeben. Ein anderes Bild aus Muybridge's Collection zeigt Fig. 724. Es stellt die verschiedenen Stellungen eines Windhundes in vollem Laufe dar.

Im Jahre 1883 und später nahm Muybridge seine Untersuchungen über die Bewegungen der Menschen und Thiere wieder auf. Er arbeitete mit 40 automatischen electro-photographischen Cameras und Dallmeyerschen Objectiven.

1) „Scientific Amerikan Supplement", 1879. No. 158. S. 2509.

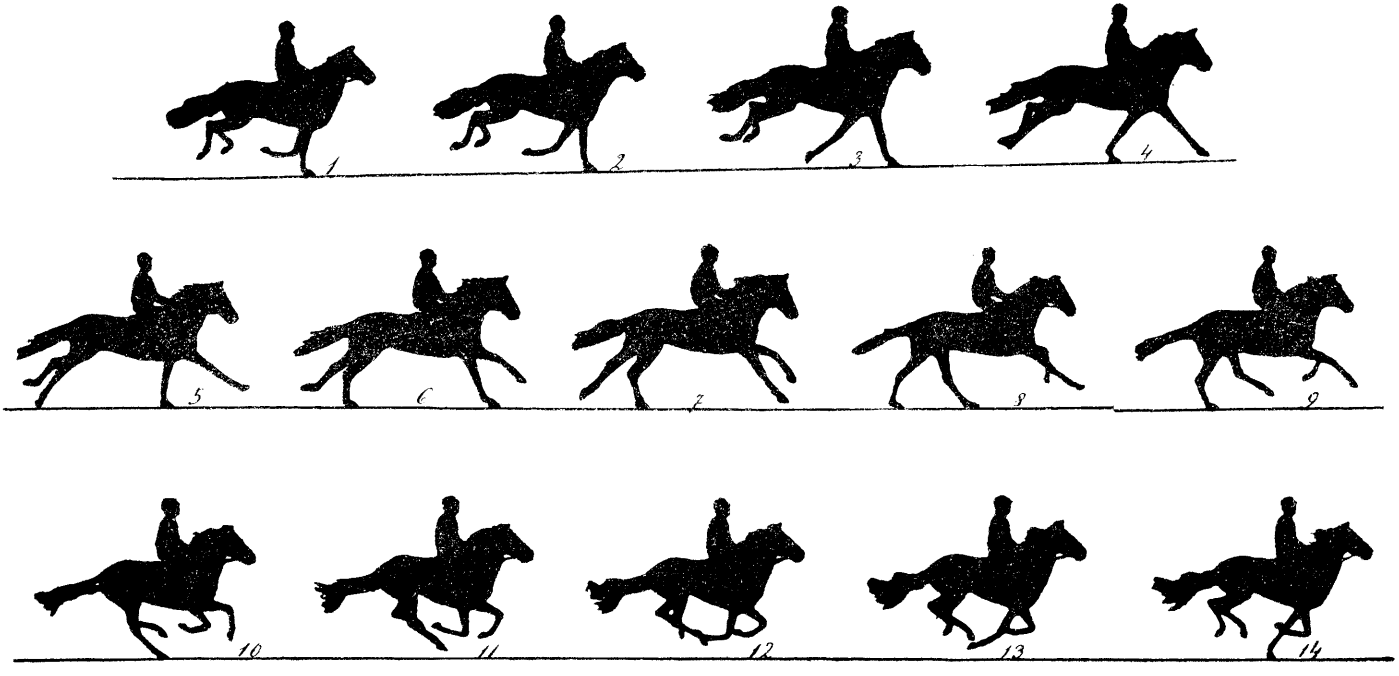


Fig. 722. Photographie eines Pferdes im Galopp.

Er nahm die Bewegungen des Menschen (Mann und Frau) mit und ohne Last gehend, laufend oder springend auf; ferner liess er

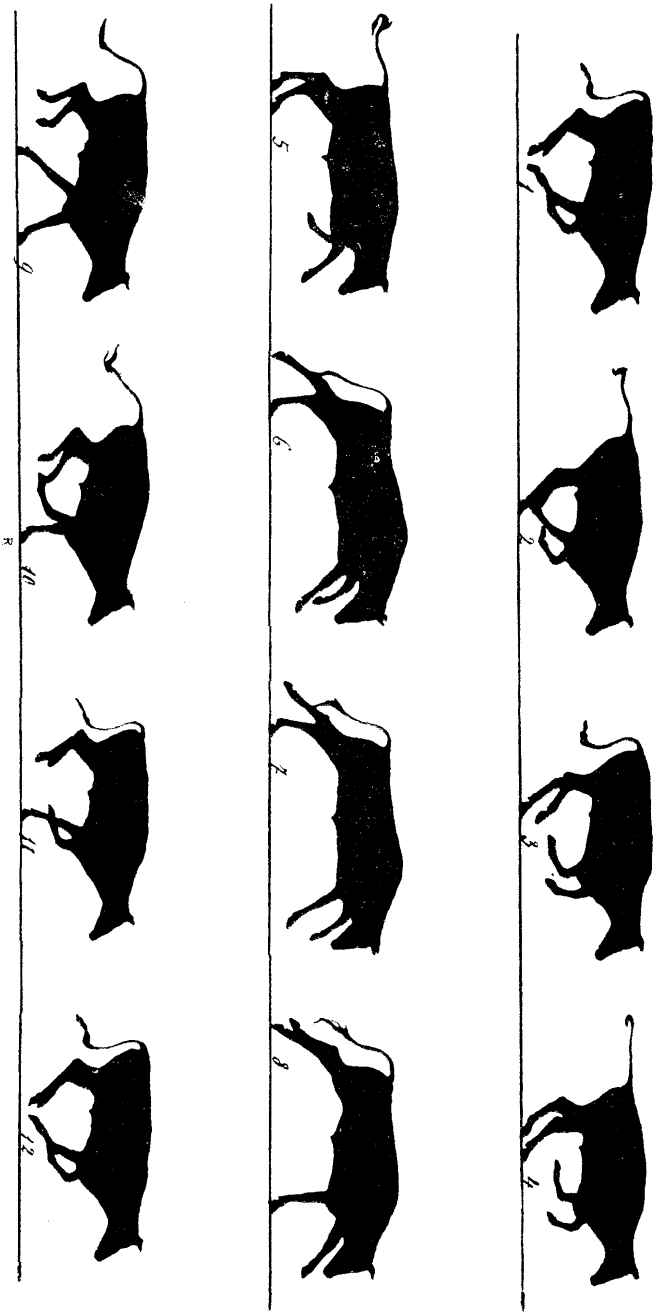


Fig. 723. Photographie eines rennenden Stieres.

diese Bewegungen auf ebenem, ansteigendem oder abschüssigem Boden vornehmen, sowohl von bekleideten als auch nackten Menschen

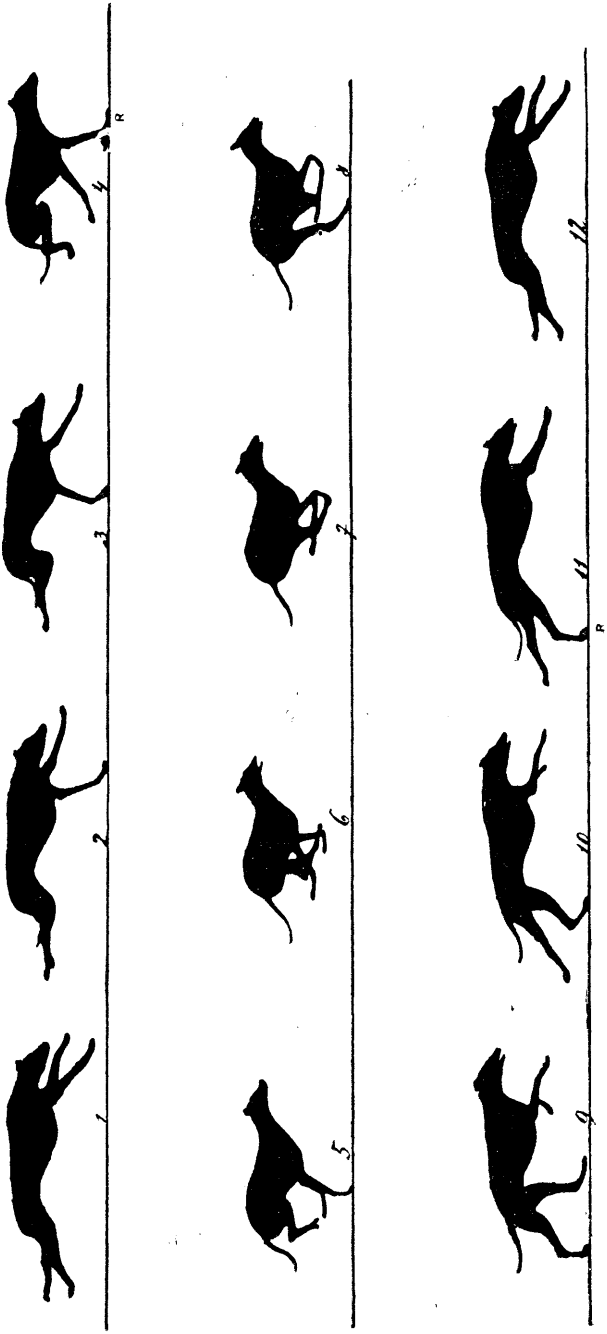


Fig. 724. Photographie eines laufenden Windhundes.

und stellte ausgedehnte Versuchsreihen an. (Hierüber vergl. weiter unten.)

Ferner zog er Land- und Wasserthiere, sowie Vögel in den Kreis seiner Studien.

Dr. Willmann beschrieb die Ergebnisse der Muybridge'schen Pferde-Aufnahmen in dem Werke „The Horse in Motion as shown by instantaneous Photography. London, Turner and Co. 1882", welches unter den Auspicien des ehemaligen californischen Gouverneurs Stanford publicirt wurde.

Später gab Muybridge ein grosses Tafelwerk „die Bewegung des Menschen und der Thiere" heraus, bei welchem Serien- oder Reihen-Aufnahmen vorliegen. Dieselben sind grösstentheils von der Seite, von vorn und von hinten in je 12—24 Bildern aufgenommen. Muybridge hatte mit einem Doppelschieber-Momentverschlusse vor dem Objective gearbeitet, welcher durch eine starke Gummischnur in Bewegung gesetzt wird. Die Bilder sind direct ziemlich gross aufgenommen und es waren zahlreiche Apparate nebeneinander aufgestellt. Diejenigen Apparate, welche direct vor dem sich bewegenden Gegenstande aufgestellt waren, ordnete Muybridge übereinander an, um die seitliche Parallaxe zu vermeiden. Wenn der Abstand kurz ist, so scheinen aber infolge dieser Anordnung die Thiere auf eine immer steiler werdende Fläche hinaufzulaufen; zugleich nimmt bei schnelleren Bewegungen des Thieres die relative Grösse desselben rasch zu.[1])

Muybridge nimmt seine Bewegungsbilder in ziemlich grossem Massstabe auf, während Anschütz zunächst mittels kleiner Voigtländer'scher Porträt-Objective von 65 mm Durchmesser und 253 mm Focus in einer beiläufigen Entfernung von 20—40 m kleine Momentbilder herstellt, welche er dann vergrössert. Das System Anschütz's gibt schärfere Momentbilder, weil die Objective unter diesen Verhältnissen eine grosse Tiefe der Schärfe aufweisen und man mit grossen Blenden arbeiten kann. Die Bilder von Muybridge weisen häufig nicht jene Schärfe und Klarheit auf, welche Anschütz's Bilder zeigen.

In „La Nature" reproducirt Tissandier einige Serien-Aufnahmen Muybridge's (auch „Bull. Assoc. Belge de Phot." 1891. S. 708), ferner Prof. H. W. Vogel in der „Leipziger Illustr. Zeitung" (1891).

Die hervorragendsten Resultate mit Serien-Momentbildern verdanken wir O. Anschütz in Lissa in Posen. Er begann 1882 mit Einzel-Aufnahmen und machte namentlich 1884 grosses Aufsehen mit seinen

1) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1892. S. 362.

Momentbildern von fliegenden Tauben und Störchen.[1]) Fig. 725 und 726 zeigen Skizzen einiger dieser Bilder. Seit October 1885 verlegte sich Anschütz auf die Darstellung von Thieren und Menschen in Bewegung mittels zusammenhängender Serien-Aufnahmen. Es wurden im

Fig. 725. Momentbilder von Anschütz.

Auftrage der preussischen Regierung Pferde in verschiedenen Gangarten aufgenommen und z. B. 24 Aufnahmen während $^3/_4$ Secunden gemacht.

Anschütz bediente sich bei seinen Aufnahmen kleiner lichtstarker

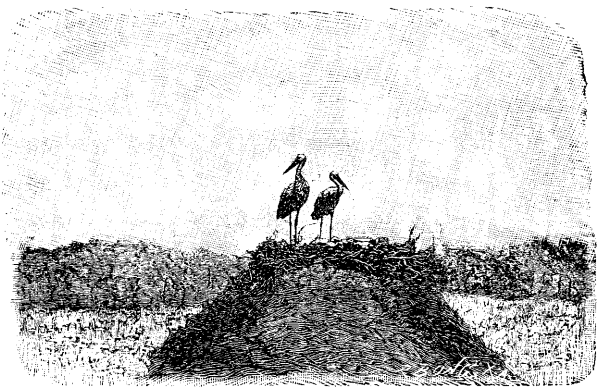


Fig. 726. Momentbilder von Anschütz

Voigtländer'scher Porträt-Objective von 65 mm Oeffnung und 25 cm Focus und eine Aufstelldistanz von 20—40 m; die auf diese Weise erhaltenen Bilder haben ein kleines Format (z. B. 2—4 qcm), aber eine

1) S. Eder's „Momentphotographie" 1886. 2. Aufl. S. 161.

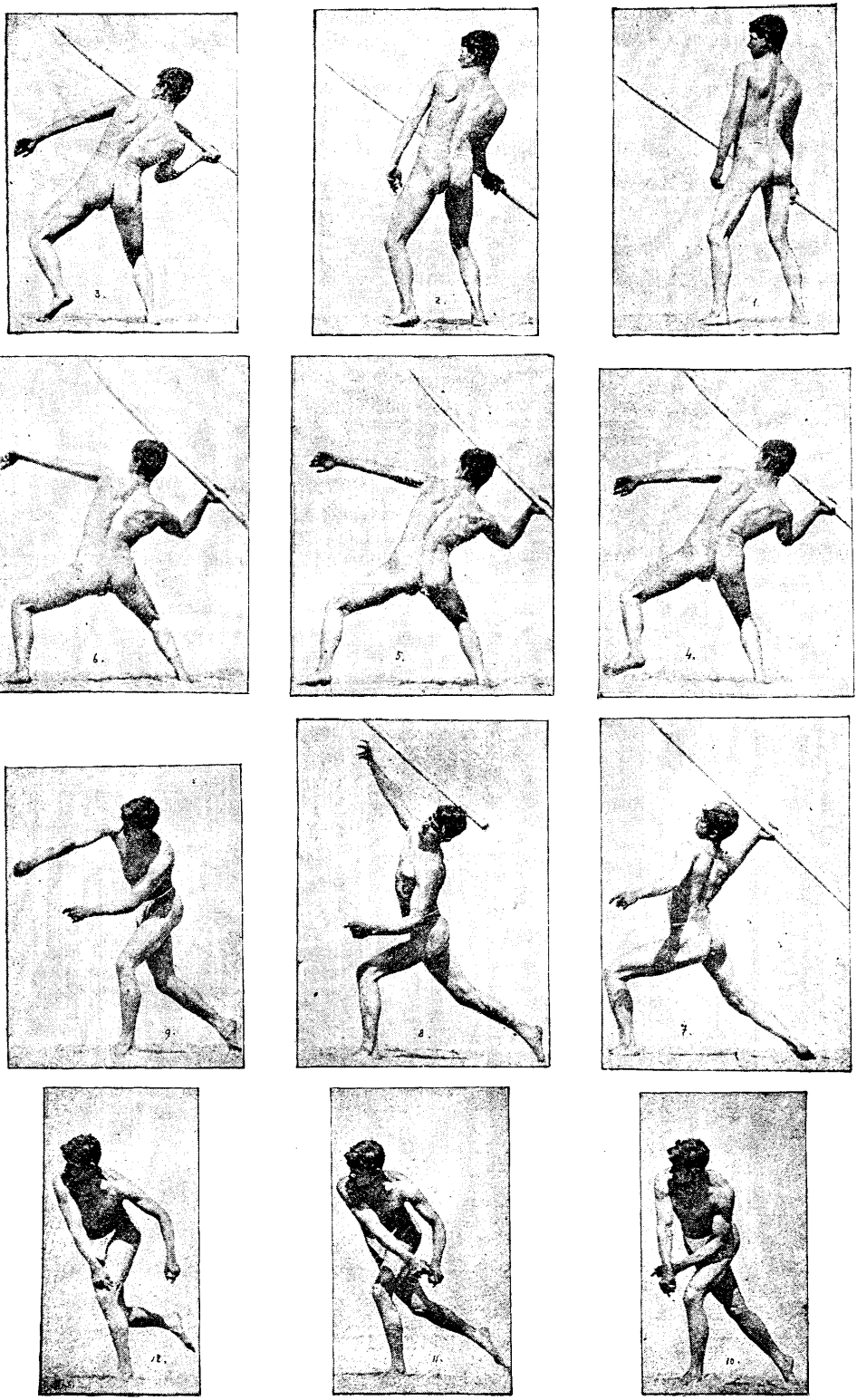


Fig. 727. Moment-Aufnahmen von Anschütz.

grosse Tiefe der Schärfe; sie wurden später vergrössert.[1]) O. Anschütz arbeitet mit 18—24 nebeneinandergestellten Apparaten, deren Moment-

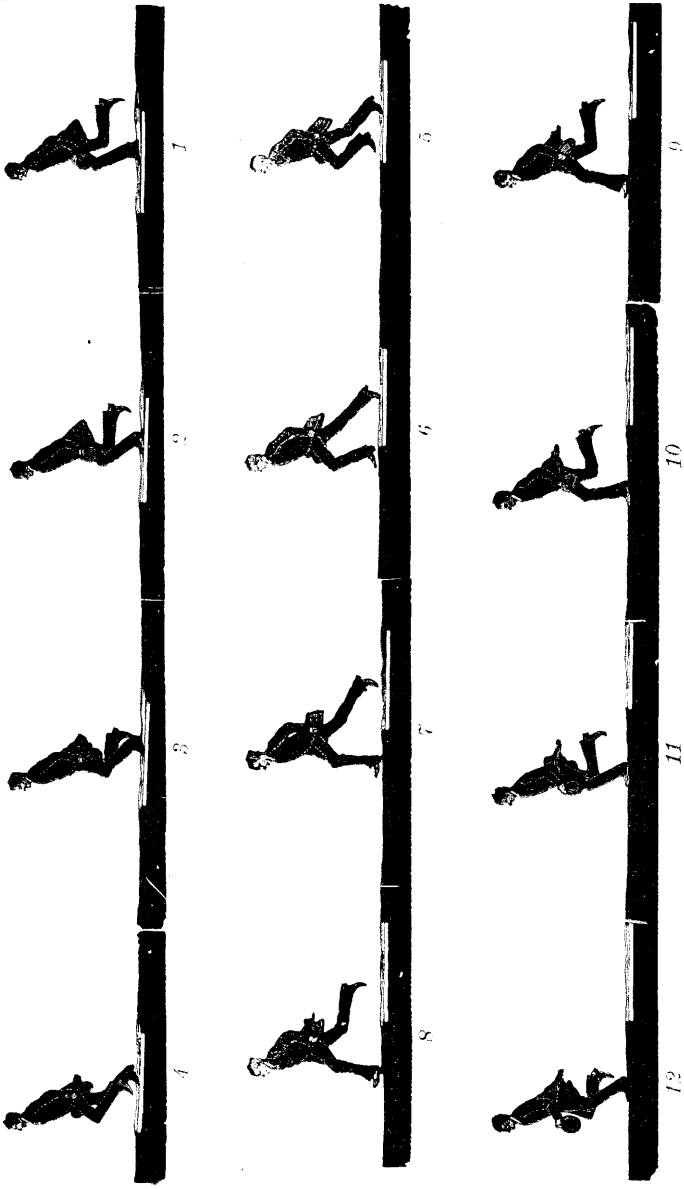


Fig. 726. Laufender Mann (nach einer Momentphotographie von O. Anschütz).

verschlüsse auf electrischem Wege in beliebigen Intervallen ausgelost werden. Fig. 727 zeigt die Bewegungsbilder eines Speerwerfers.

1) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1887 S. 108; für 1888. S. 175; für 1892. S. 363.

Fig. 728 sowie Fig. 729 zeigen einen Theil einer solchen Serienphotographie (laufender und springender Mann).

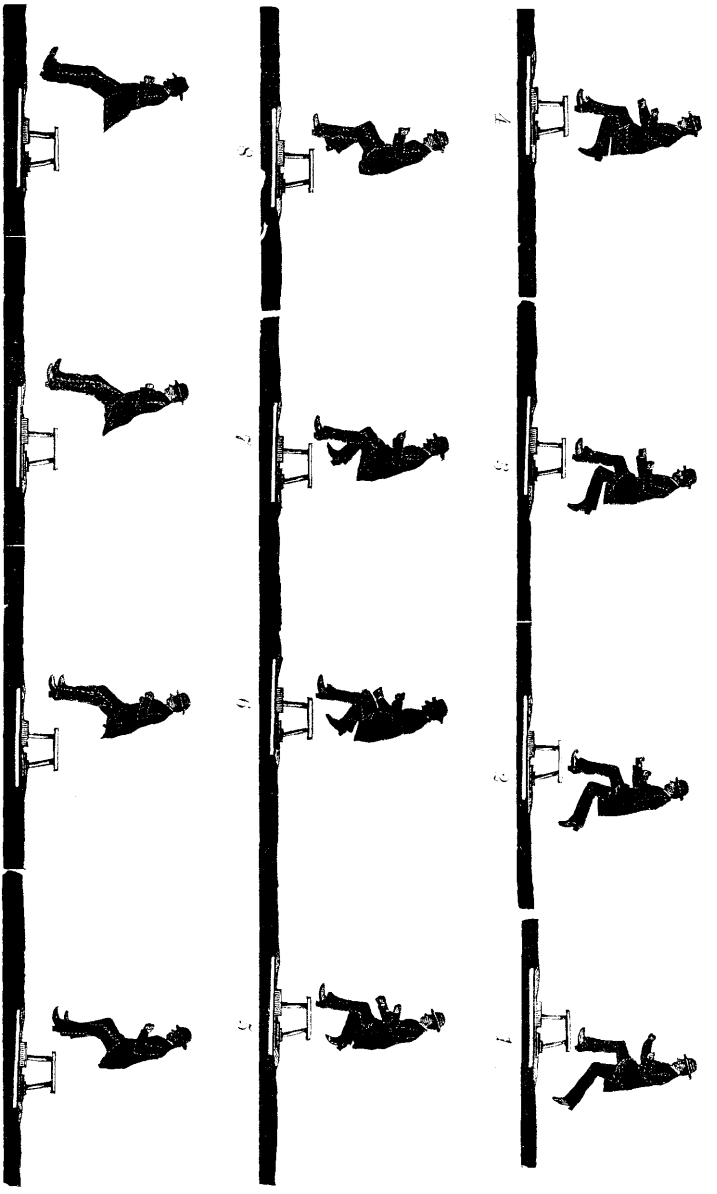


Fig. 729. Springender Mann (nach einer Momentphotographie von O. Anschütz).

Ueber Anschütz's Momentbilder wilder Thiere s. Eder's Jahrbuch für 1890. S. 288.

Die zahlreichen Anschütz'schen Serien-Momentbilder sind, wie erwähnt, die vollkommensten bis jetzt hergestellten Bilder

dieser Art und sind seit geraumer Zeit im Kunsthandel allgemein zugänglich.

Professor Marey in Paris errichtete im Jahre 1883 ein photographisches Atelier für anatomisch-physiologische Studien mit besonderen Vorrichtungen zur Herstellung von aufeinanderfolgenden Momentbildern, welche er „Chronophotographien“[1]) nannte.

Er führte seine Arbeiten zunächst mittels eines Apparates aus, bei welchem die empfindliche Platte unbeweglich war und sich die Momentbilder nebeneinander auf einer einzigen Platte abbildeten. Später wendete er eine bewegliche photographische Schicht an.

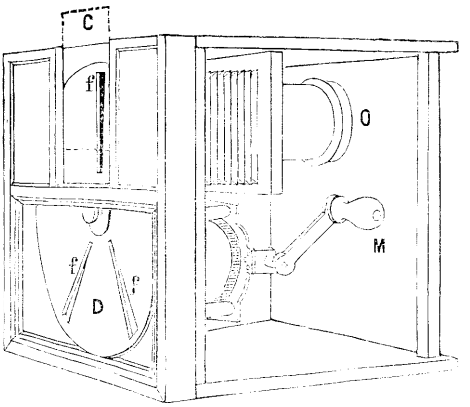


Fig. 730.
Marey's Apparat für Chronophotographie.

A. Zunächst wollen wir die Einrichtung mit der unbeweglichen empfindlichen Platte beschreiben.

Fig. 730 deutet die Einrichtung dieses Apparates an. Dreht man mittels einer geeigneten Vorrichtung die Scheibe *D* mit den Fenstern *F*, so wird die bei *C* einzuschiebende empfindliche Platte jedesmal einen Lichteindruck empfangen, sobald ein Ausschnitt der rotirenden Scheibe vorübergeht. In Fig. 731 ist das sehr einfache Marey'sche Modell für Handbewegung in der Aussenansicht abgebildet.

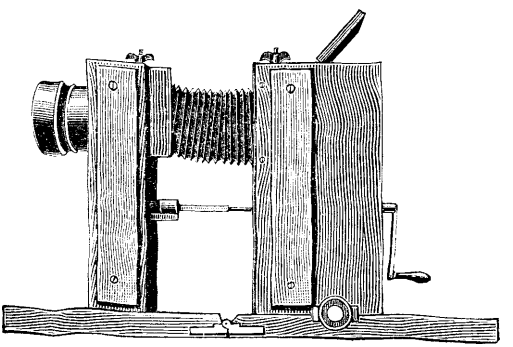


Fig. 731.
Marey's Apparat für Chronophotographie.

Aehnlich wie dieses kleine Modell, welches Marey häufig bei seinen späteren Arbeiten benützte, war das grössere Modell eingerichtet, mit welchem er seine Arbeiten in seinem physiologischen Atelier (im Jahre 1883) begann.

---

1) Eder's „Momentphotographie“. 1886. 2. Aufl. S. 182.

Fig. 732 macht die Einrichtung und das Aeussere von Marey's physiologischem Atelier deutlich. Die kreisrunde und genau horizontal gelegte Laufbahn besteht aus zwei nebeneinander herlaufenden Wegen, von denen der innere, 4 m breit, für Pferde, der äussere für Menschen bestimmt ist. Um diese Bahn herum läuft eine Telegraphenleitung, deren Stangen 50 m weit von einander entfernt stehen und jedesmal, so oft die auf der Bahn gehende Person eine solche Telegraphenstange passirt, in der Hauptstation ein Signal gibt. Aus diesen Signalen lässt sich jederzeit die Schnelligkeit der laufenden Person berechnen. Das im

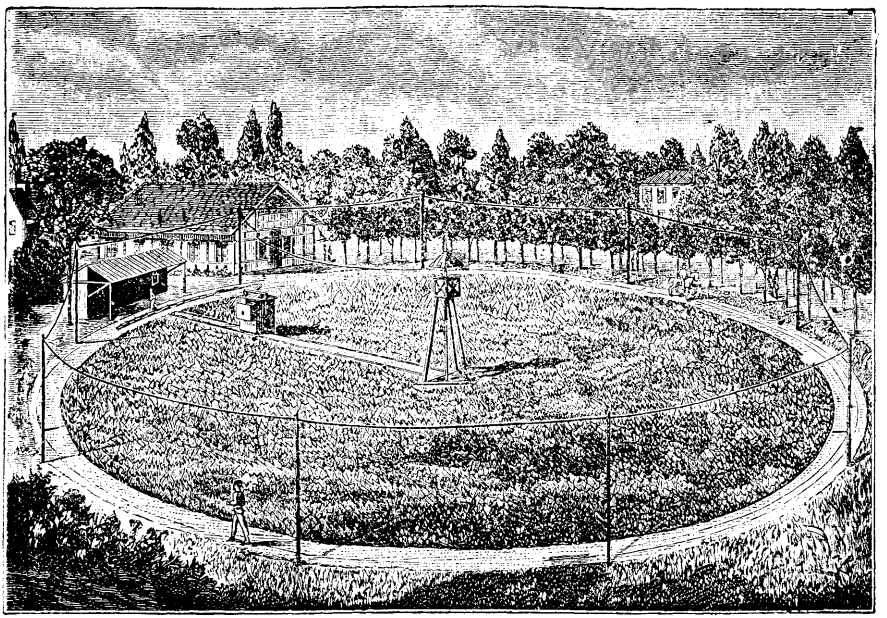


Fig. 732. Laufbahn zur Aufnahme photographischer Momentbilder.

Mittelpunkte der Bahn befindliche Gestell enthält eine Trommel, die ebenfalls durch einen Telegraphendraht in Bewegung gesetzt wird und der in der Bahn gehenden Person das Tempo der Schritte angibt.

Professor Marey kleidete die Personen, mit welchen er seine Versuche anstellte, weiss und liess sie vor einem schwarzen Hintergrunde vorübergehen[1]); ferner verwendete er nur eine Camera und ein Objectiv

1) Marey benutzte bei seinen Moment-Aufnahmen von lebenden Wesen in Bewegung einen vollkommen schwarzen Hintergrund, damit sich die Bilder mit deutlicher Schärfe abheben. Diesen völlig schwarzen Hintergrund erzeugte er, indem er einen Hohlraum (ein Gebäude von 10 m Breite und 10 m Länge) innen mit schwarzem Sammet ausschlagen liess; der Boden war mit Asphalt überzogen, worüber bei der Aufnahme noch schwarzer Sammet gelegt wurde. Der Boden nächst dem Hohlraume

(Gegensatz zu Muybridge), aber nahm auf derselben Platte verschiedene Belichtungen vor, so dass sich nach dem Entwickeln der betreffende Gegenstand auf verschiedenen nach einander liegenden Stellen der Platte zeigte.

Die Bauart und Einrichtung des Apparates geht aus Fig. 733 und 734 hervor. Fig. 733 ist der auf Schienen laufende Dunkelwagen, welcher näher an den Hintergrund heran oder weiter von demselben weggefahren werden kann, je nach der Beschaffenheit der in Anwendung kommenden Objective und der gewünschten Grösse der Aufnahme (die Distanz ist meistens 40 m). Aussen am Dunkelzimmer sieht man die rothen Fensterscheiben, durch welche der Operateur die auf der Bahn laufenden Personen beobachtet, und ein Sprachrohr, durch welches er seine Befehle ertheilt. Durch die in der Figur weggelassene Vorderwand

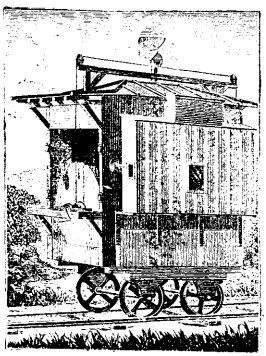


Fig. 733.

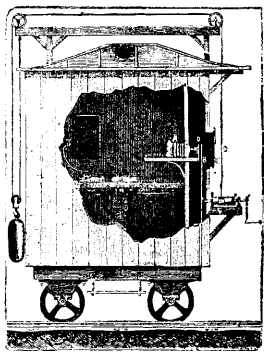


Fig. 734.

Marey's Dunkelwagen zur Momentphotographie.

der Dunkelkammer hindurch sieht man eine grosse drehbare Scheibe, die nahe am Umfange eine kleine Oeffnung (Spalte) hat. Hinter derselben befindet sich das Objectiv, in welches mit Unterbrechungen Licht eindringt, so oft der Spalt dasselbe passirt. Die Scheibe hat einen Durchmesser von 1,3 m und der Spalt misst genau den hundertsten Theil ihres Umfanges, so dass also, wenn die Scheibe sich zehnmal in der Secunde dreht, jede Belichtung nur $^1/_{1000}$ Secunde dauert. In Bewegung gesetzt wird die Scheibe durch ein Räderwerk mit einem 150 kg schweren treibenden Gewichte.

Fig. 734 zeigt das Innere des Wagens. *A* ist die Camera, *B* die sich drehende Scheibe, *D* ein Verschluss für das Objectiv, welchen man

wird durch Aufspritzen feucht gemacht, damit bei der Bewegung kein Staub aufgewirbelt wird, welcher die scheinbare Verschleierung des Bildes verursachen könnte. Mittels dieser Vorsichtsmassregel konnte Marey die Belichtung bis auf $^2/_{1000}$ Sec. reduciren. (Mitth. de la Phot. 1887. S. 150; Phot. Corresp. 1887. S. 460.)

zu Beginn des Experimentes öffnet und nach Beendigung desselben schliesst, um nicht Licht länger als nothwendig ins Innere dringen zu lassen. *E* ist ein Fenster in der Vorderwand des Wagens, durch welches hindurch die Aufnahmen gemacht werden. In dem Wagen, in welchen nur rothes Licht eindringt, können die Platten sofort gewechselt und entwickelt werden.

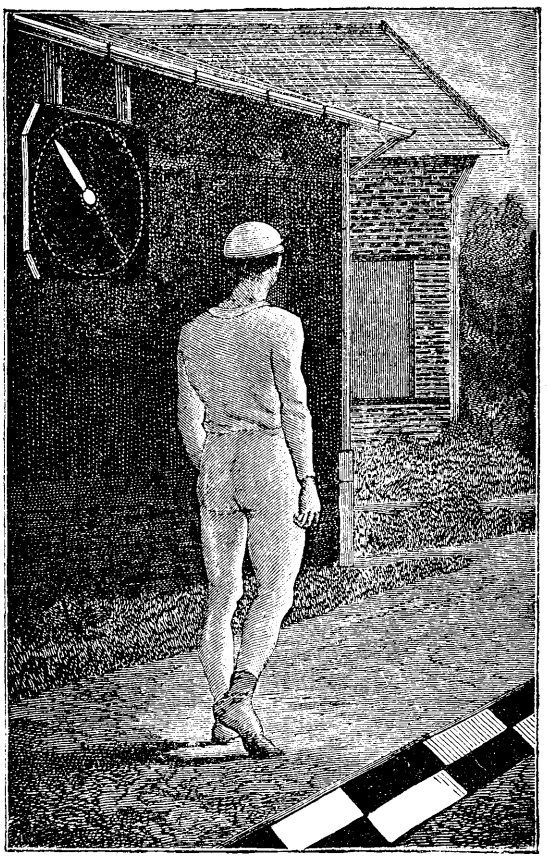


Fig. 735.
Vorkehrung zur Moment-Aufnahme eines laufenden Mannes.

Fig. 735 ist die Abbildung der vor dem schwarzen Hintergrunde sich hinbewegenden weissgekleideten Person. Die Bahn, auf welcher dieselbe geht, ist 20 cm höher als die angrenzende Bodenfläche, und an der ganzen Abschrägung dieser Bahn läuft eine mit schwarzen und weissen Feldern versehene Scala, die zum Messen der Schnelligkeit des Laufes und der einzelnen Körperbewegungen dient. Jedes der schwarzen und weissen Felder ist $1^1/_2$ m lang. Die Belichtungen mit der Camera geschehen durch den in der sich drehenden Scheibe befindlichen Spalt. Dreht sich also die Scheibe mit immer gleichmässiger Schnelligkeit, so müssen auch die Belichtungen in regelmässigen Zwischenräumen stattfinden, z. B. 10 in jeder Secunde. Hat sich die aufzunehmende Person nun zwischen jeder der einzelnen Belichtungen $^1/_2$ m vorwärts bewegt, so muss demnach die Geschwindigkeit ihres Laufes 5 m in der Secunde betragen haben.

Trotzdem wird die Schnelligkeit der Scheibendrehung durch folgende Vorrichtung controlirt: Auf dem dunklen Hintergrunde ist ein rundes Zifferblatt angebracht, in dessen Mitte sich ein beweglicher glänzender Zeiger befindet (Fig. 735). Das Zifferblatt ist aus schwarzem Sammt, in welchen weisse Nägel eingeschlagen sind. Zur Umdrehung um den ganzen Umfang des Zifferblattes gebraucht der Zeiger genau 1 Secunde. Nimmt nun die Aufnahme oder eine Reihe von Aufnahmen den Bruchtheil einer Secunde, z. B. $^3/_{10}$ oder $^4/_{10}$ Secunde, in Anspruch, so hat dann auf dem fertigen Bilde der Zeiger $^3/_{10}$, resp. $^4/_{10}$ des Kreisumfanges zurückgelegt.

Klarer wird dies aus Fig. 736. Hier zeigt die Aufnahme eine Person, welche über ein Sprungseil springt. Die erste Figur stellt den Mann in dem Augenblicke dar, als er vor dem Sprunge den Anlauf nimmt. In der letzten Figur hat er den Sprung bereits ausgeführt und ist eben dabei, sich wieder in die Höhe zu richten. Man sieht aus diesem Bilde (einer heliographischen Copie der leider nicht ganz scharf gerathenen Originalphotographie) 9 verschiedene Abbildungen des Mannes, so dass

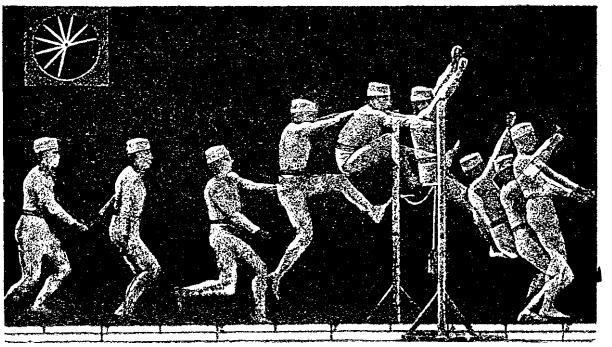


Fig. 736. Mann, über ein Seil springend.

dem entsprechend 9 Umdrehungen der Scheibe vor der Camera nöthig waren, wobei der Schlitz also 9 mal vor dem Objective erschien und 9 aufeinander folgende Aufnahmen gestattete. Die von dem Springer während dieser Operation zurückgelegte Distanz lässt sich leicht mit Hilfe der Scala zu Füssen desselben messen. Man be-

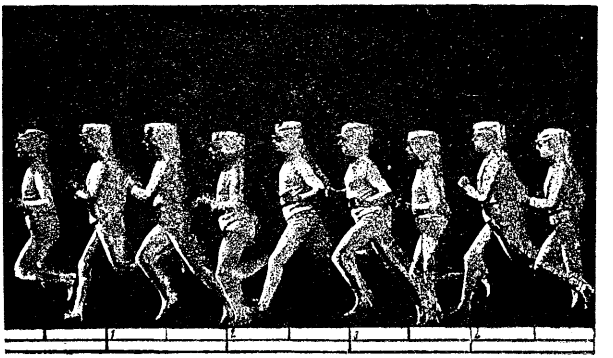


Fig. 737. Momentphotographie eines laufenden Mannes.

merkt, dass die Distanzen nicht immer gleich lang sind: die grösste Geschwindigkeit zeigt sich kurz vor dem Sprunge, nachdem der Anlauf genommen ist; eine Verminderung der Schnelligkeit ist in dem Augenblicke zu bemerken, als die Person sich zuerst in der Luft befindet, ein noch auffälligeres Nachlassen derselben von dem Momente an, wo der Mann wieder den Erdboden berührt hat.

Um nun zu erforschen, ob die Figuren in gleichmässigen Intervallen aufgenommen worden sind, und um die Zeitdauer dieser Intervallen zu berechnen, müssen

wir das Zifferblatt oder, wie Marey es nennt: „den photographischen Chronographen“ zu Rathe ziehen, wie ebenfalls Fig. 736 anzeigt. Die Sache ist sehr einfach. Der Zeiger ist soviel mal abgebildet, als Belichtungen stattfanden, nämlich 9 mal, und um die Pause zwischen jeder Belichtung herauszufinden, braucht man nur den jedesmaligen Winkel des Zeigers zu berechnen.

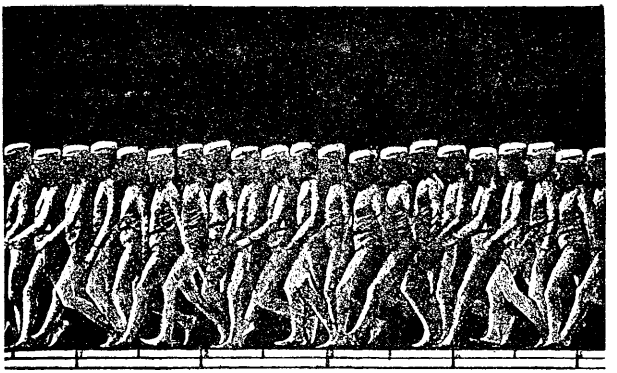


Fig. 738. Momentphotographie eines gehenden Mannes.

Derartige Aufnahmen von laufenden Menschen oder Thieren gerathen am besten, wenn sich die betreffenden Aufnahmegegenstände schnell vorwärts bewegen. Von einem selbst noch mässig schnell laufenden Manne lassen sich in der Secunde 9—10 Aufnahmen machen, bei denen die Bilder ganz klar ausfallen und nicht übereinander greifen (s. Fig. 737).

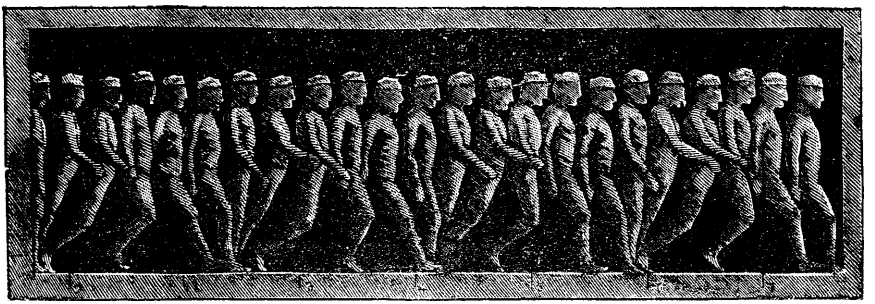


Fig. 739. Langsamer Gang (es ist nur die rechte Hälfte des Körpers sichtbar).

Geht jedoch die Person langsam, wie in Fig. 738, so zeigen sich auf dem Bilde so zahlreich verschlungene Stellungen oder Gestalten, dass es schwer ist, sich einen deutlichen Eindruck von den einzelnen Figuren zu verschaffen. Diesem Uebelstande hilft man durch sogenannte „partielle Aufnahmen“ ab, d. h., indem man zum leichteren Verständnisse des Ganzen gewisse Stellen des Bildes unterdrückt.

Da bei diesen Aufnahmen nur weisse Gegenstände auf die Platte kommen, braucht man einfach die Körpertheile, welche man im Bilde nicht haben will, schwarz zu kleiden. Solche partielle Aufnahmen sind für viele Zwecke höchst wichtig, weil

dieselben solche Bilder liefern, auf denen man die Bewegung bis ins Kleinste verfolgen und beobachten kann.

Wenn ein Mann halb schwarz, halb weiss gekleidet ist und beim Gehen die weisse Seite dem Apparate zuwendet, z. B. die rechte, so erhält man ein Bild wie in Fig. 739. In demselben erscheint nur die rechte Hälfte des Mannes und das Bild ist klarer, als wenn auch der linke Fuss und Arm zur Ansicht gekommen wären.

Besonders für die Analyse schneller Bewegungen sind die partiellen Aufnahmen von Werth, weil sich auf derartigen Bildern die verschiedenen Bewegungsstadien in sehr kleinen Zwischenräumen und mithin in sehr mannigfaltiger Weise darstellen lassen. Man kleidet zu diesem Zwecke die betreffende Person ganz schwarz und befestigt an deren äussersten Arm-, Schenkel- und Beinflächen der Länge nach schmale glänzende Metallbänder, welche die Bewegung und Stellung der Gelenktheile noch genügend erkennen lassen.

Unter solchen Umständen lassen sich von demselben Gegenstande auf eine einzige Platte in der Secunde nicht nur zehn, sondern hundert verschiedene Aufnahmen

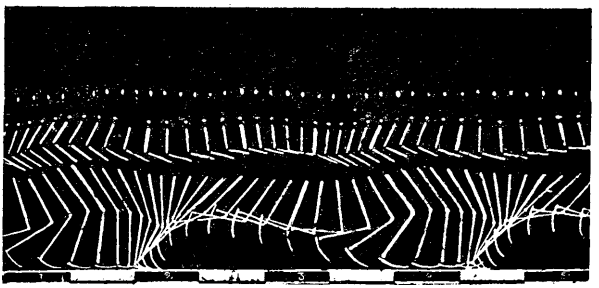


Fig. 740. Partielle Momentphotographie eines laufenden Mannes mit glänzenden Bändern.

bringen, ohne dass man die Schnelligkeit der Scheibendrehung zu steigern brauchte. Man muss dann nur statt des Schlitzes in der Scheibe deren zehn in genau gleich weiten Abständen anbringen.

Wie eingehend sich dann die mannigfaltigen Bewegungen und Stellungen der Extremitäten eines laufenden Menschen verfolgen lassen, zeigt Fig. 740:

Es ist das Negativ einer Aufnahme, bei welcher der rechte Fuss, die Arme mit glänzenden Bändern, der Kopf in der Nähe des Ohres mit einem glänzenden Knopfe versehen waren. Es fällt die correspondirende Arm- und Fussbewegung auf, während die oscillirenden Kopfbewegungen durch den obersten Punkt angedeutet sind.

Diese Versuche beschrieb Marey in mehrfachen Abhandlungen, welche er in seinem Werke „La methode graphique dans les sciences expérimentales“ (Paris 1885) zusammenfasste.

Später arbeitete er mit einem wesentlich verbesserten Apparate (s. Marey „La photographie du mouvement“. Paris 1892). Er verwendet seit 1890 einen neuen Serien-Apparat, bei welchem Rollfilms verwendet werden; dieselben wickeln sich continuirlich von Spulen ab und bleiben im Momente der Belichtung kurze Zeit ruhig. Der Momentverschluss besteht aus zwei dicht hintereinander rotirenden

Scheiben mit Ausschnitten, von denen sich die eine fünfmal so schnell als die andere dreht; durch das Zusammenfallen zweier in die Peripherie geschnittener Oeffnungen vor dem Objective kommen die Expositionen zu Stande. Diesen Apparat nennt er „Photo-Chronograph" (Fig. 741).

Sehr sinnreich ist an diesem Apparate der Aufnahmeraum construirt, in welchem sich der lichtempfindliche Filmstreifen abrollt, dessen Bewegung so geregelt ist, dass die Zeitpunkte, in welchen er angehalten wird, genau mit denjenigen zusammenfallen, in welchen der zu photographirende Gegenstand beleuchtet wird. Es können nicht nur Personen in Bewegung deutlich abgebildet werden (s. Fig. 740), sondern auch Medusen und Fische sind auf diese Weise photographisch aufgenommen worden und lassen sich in allen ihren Bewegungen, selbst in denen von kürzester Zeitdauer, vorführen; die Bewegung der Blutkörperchen in den Capillargefässen und die Muskelcontractionen, Erscheinungen äusserst zusammengesetzter Natur und dabei ausserordentlich rasch wechselnd, sind ebenfalls auf diese Art zur Darstellung gebracht worden.

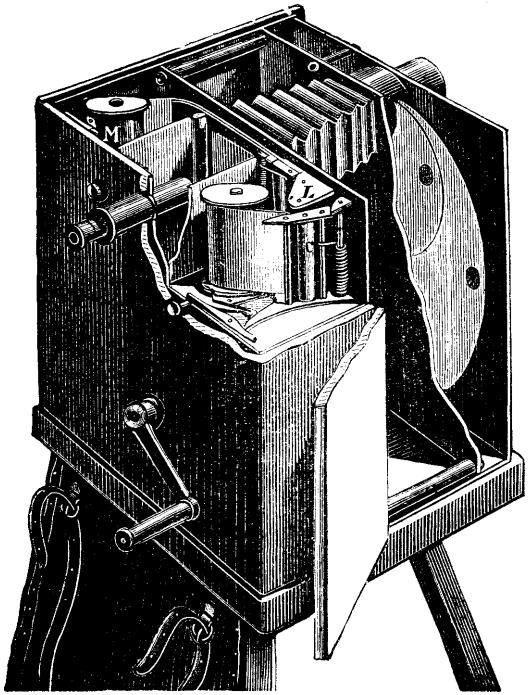


Fig. 741. Marey's Photo-Chronograph.

Besonders interessant sind Marey's Versuche der Photographie der verschiedenen Stadien des Insectenfluges. Zur Aufnahme der Flugbewegungen einer Taube ist bereits, da der Vogel in der Secunde acht Bewegungen ausführt, eine Aufnahmezeit von höchstens $^1/_{1000}$ Secunde erforderlich; bei den Insecten kommen indessen viel raschere Bewegungen vor, so bei der Wespe 110, der Hummel 240, der Stubenfliege 330, woraus folgt, dass die Aufnahmezeit auf $^1/_{20000}$, $^1/_{30000}$ und gar auf $^1/_{40000}$ Secunde abgekürzt werden muss. Das ermöglichen allerdings die neueren Verschlüsse und Platten; es reichen jedoch die gewöhnlichen Lichtquellen nicht aus, und es vermag nur das directe Sonnenlicht eine

genügende Helle zu liefern. Die Vorrichtungen Marey's sind deshalb derart, dass das fliegende Thier sich silhouettenartig von der Sonnen-

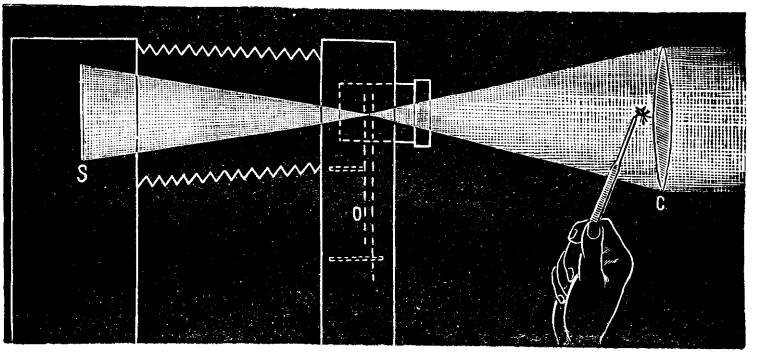


Fig. 742. Photographie fliegender Insecten.

scheibe selbst abhebt. Hinter der Linse, welche die Sonnenstrahlen zusammengefasst auf die Verschlussscheibe wirft, lag bei den ersten Ver-

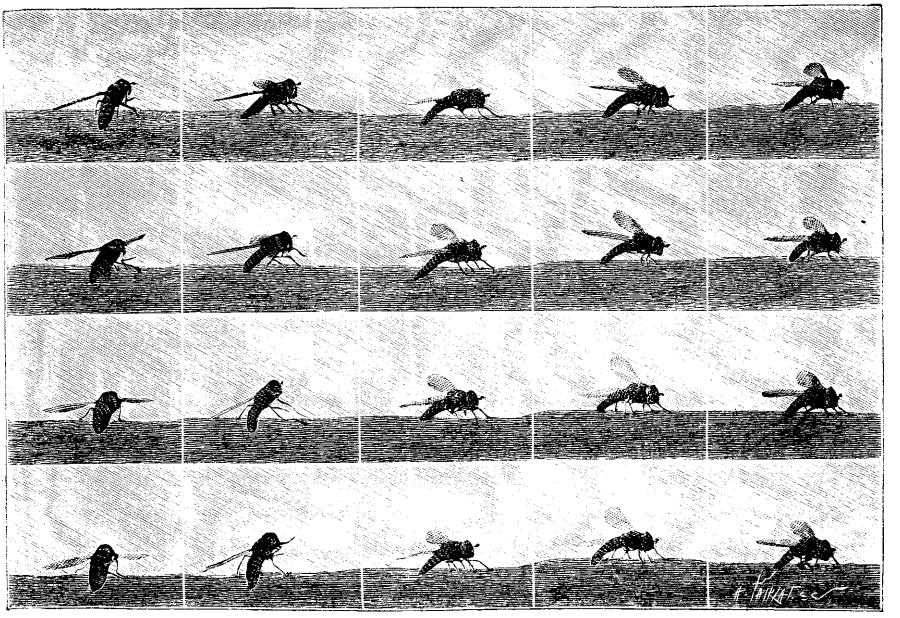


Fig. 743. Photographie einer Fliege, welche läuft und hierbei die Flügel bewegt.

suchen durch eine kleine Zange ein an dem einen Beine festgehaltenes Insect. Das Thier suchte zu entfliehen und bewegte hierzu die Flügel.

Fig. 742 repräsentirt die Anordnung bei diesen Versuchen. Es fällt das von einem Heliographen reflectirte Sonnenlicht auf eine Sammel-

linse *C*, deren Brennweite mindestens doppelt so gross, als jene des photographischen Objectives ist. Das concentrirte Sonnenlicht fällt in in den Chronographen (vergl. oben Fig. 741 u. 742) und erzeugt auf der Platte *S* die Serien-Momentbilder. Das zu studirende Insect wird mittels einer Pincette hinter den Condensator *C* gehalten und frei gelassen, während man den Chronographen in Function setzt.

Da das Verfahren jedoch Ergebnisse liefert, welche der Wirklichkeit nicht entsprechen, so versuchte es Marey mit der Aufnahme frei fliegender Insecten. Diese lagen in einem Kasten, dessen Vorderscheibe

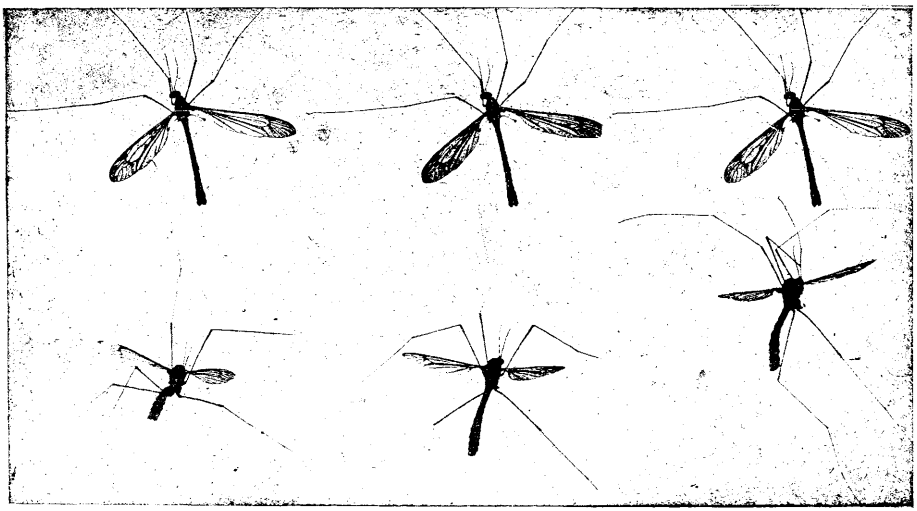


Fig. 744. Chronographische Aufnahme zweier Mücken, wovon eine unbeweglich auf einem Fenster sitzt, während die andere fliegt.

von der Seite scharf beleuchtet wurde (s. Fig. 743). Die Thiere flogen nach dem Lichte und hoben sich von dem Hintergrunde scharf ab.

Fig. 743 und 744 zeigen einige Proben der von Marey erhaltenen Chronographien der Insectenbewegung.

Auch Friese Greene und Martimer Evans stellten eine Camera für rasch aufeinanderfolgende Serien-Anfnahmen mit Hilfe eines langen Negativpapieres her (Phot. Archiv 1890. S. 113). — Edison suchte in ähnlicher Weise wie Marey Chronophotographien von Opernvorstellungen zu erhalten und brachte zur selben Zeit einen Phonographen in Thätigkeit. Er projicirte unter gleichzeitiger Functionirung des Phonographen diese Serienbilder und nannte den Apparat „Kinetograph“ (Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1892. S. 369).

Die Momentphotographie wurde auch zum Zwecke des Studiums physikalischer Phänomen benutzt, wovon wir hier einige Beispiele anführen: Fig. 745 zeigt die chronographische Bahn eines fallenden und zurückprallenden Körpers nach Marey.

Ueber die Photographie von abgeschossenen Projectilen durch Prof. Dr. Mach s. Phot. Corresp. 1884. S. 288; Sitzber. d. Akad. d. Wissensch. Wien. 1885. Bd. 92; Mach u. Salcher, a. a. O.

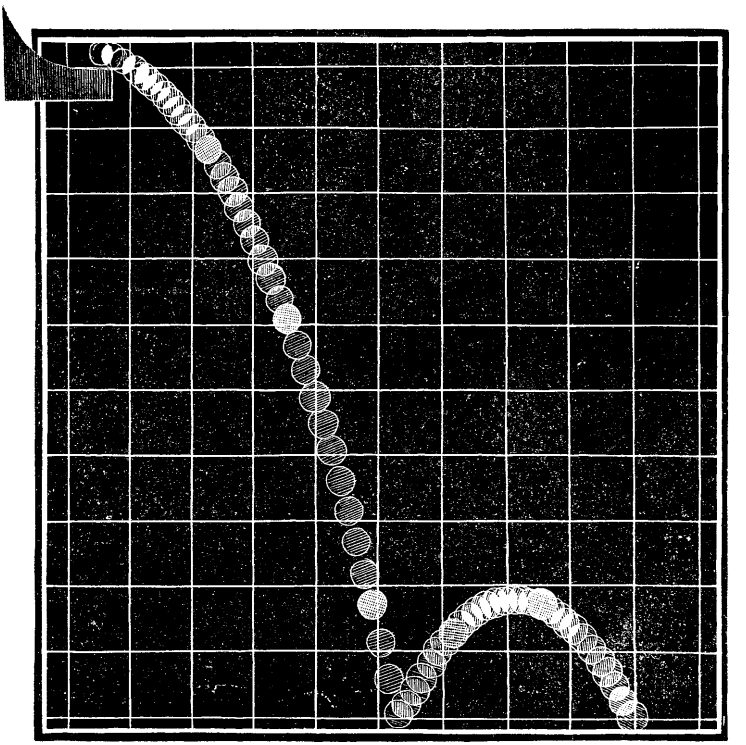


Fig. 745.
Chronographische Bahn eines fallenden und zurückprallenden Körpers.

Bd. 94, S. 764, Bd. 97, S. 41; E. u. L. Mach, a. a. O. Bd. 93, S. 1310; ferner Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1889. S. 199, für 1888. S. 284, für 1890. S. 295, für 1891. S. 166; über Interferenz der Schallwellen, Sitzber d. Akad. d. Wissensch. Wien. Bd. 98, S. 1333; über longitudinal fortschreitende Wellen im Glase. Bd. 98, S. 1327.

Photographie von Artillerie-Geschossen durch Anschütz s. Eder's Jahrbuch für 1890. S. 295.

Im Hospitale des Prof. Charcot in Paris nahm A. Londe mittels des in Fig. 746 abgebildeten Apparates Serienbilder von Kranken (Hystero-Epileptischen etc.) auf.[1])

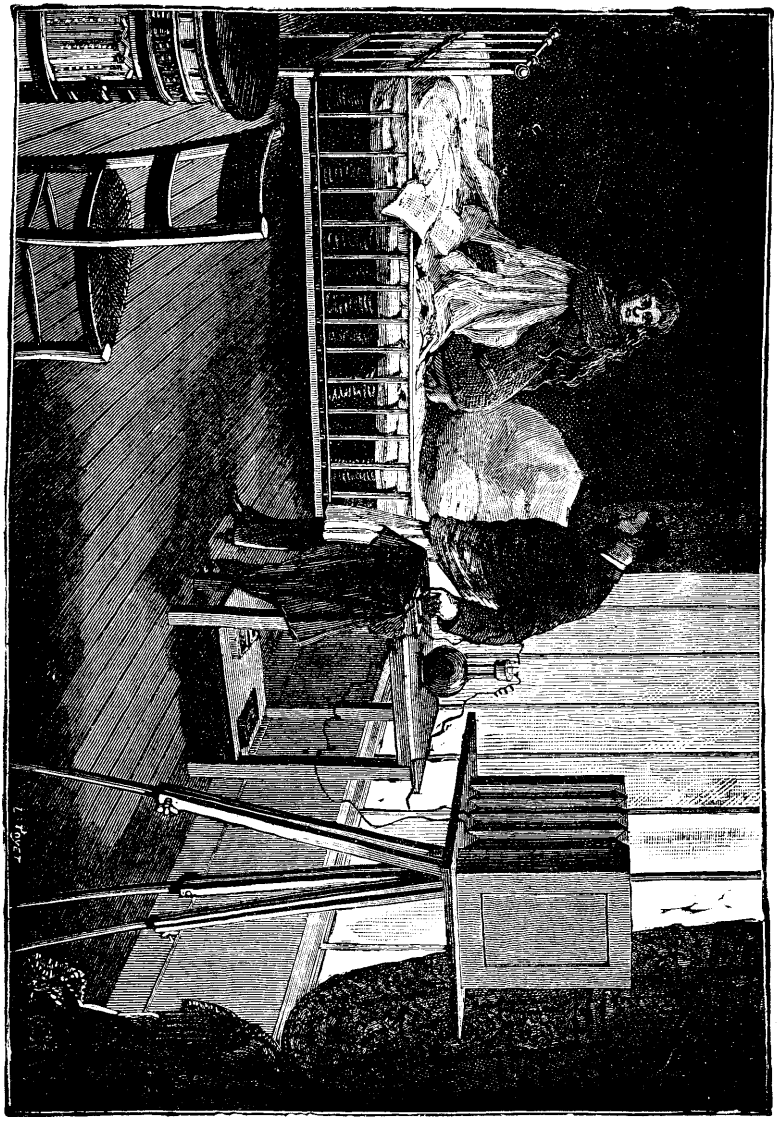


Fig. 746. Moment-Aufnahmen in der Salpetrière in Paris.

Um solche Reihen von Bewegungen abzubilden, brachte Londe an eine Camera in Kranzform neun Objective von gleicher Brennweite an.

1) Eder's „Momentphotographie". 2. Aufl. 1886. S. 171.

Hinter denselben befindet sich eine Scheibe aus geschwärztem Aluminium mit einer rechteckigen Oeffnung. Die Scheibe wird durch ein Uhrwerk in Drehung versetzt. Während sie stillsteht, schliesst sie den Apparat. Ein Electromagnet löst die Scheibe aus, so dass die Oeffnung an einem der Objective vorbeigeht und es dann wiederum schliesst.

Es steht demnach der Apparat fortwährend gerüstet da. Fig. 746 zeigt die Aufstellung des electrisch in Bewegung zu setzenden Apparates bei ärztlichen Beobachtungen. Der neben der Kranken stehende Arzt belichtet mittels eines electrischen Drückers (*D*).

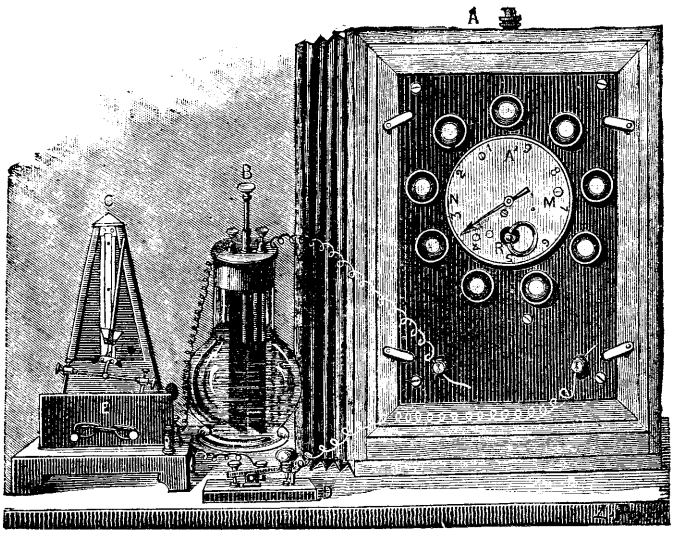


Fig. 747. Metronom und electrische Batterie zum Auslösen des Momentapparates.

Eine einfache Vorrichtung an der electrischen Leitung erlaubt die neun Aufnahmen rasch hintereinander zu machen.

Ein Uhrwerk (Metronom, *C*. Fig. 747) setzt den electrischen Verschluss nach Bedarf in regelmässigen Intervallen in Thätigkeit,[1]) indem bei ***E*** zwei Spitzen in Folge der Pendelschwingungen abwechselnd in ein Schälchen mit Quecksilber tauchen: dadurch wird der Strom der Batterie ***B*** geschlossen. ***A*** ist die photographische Camera, bei welcher eine Nadel angebracht ist, welche anzeigt, welches Objectiv zuletzt in Thätigkeit war.

Fig. 746 zeigt, wie eine hysterische Person in ihrem Krankenlager photographirt wird. Der Saal ist hell genug hierfür und der Arzt legt

1) Solche Metronome erzeugt die Firma Siemens & Halske in Berlin.

die Hand an den electrischen Drücker, welcher den Verschluss der Camera in Bewegung setzt.

Ein Probe-Aufnahme mit diesem Apparate ist in Fig. 748 reproducirt. Die Camera war auf zwei Personen gerichtet worden, welche auf der Strasse spaziren gingen. Die neun aufeinander folgenden Momentbilder zeigen uns, wie diese Personen anfangs hintereinander gehen, sich ansprechen und dann zusammen weiter wandeln.

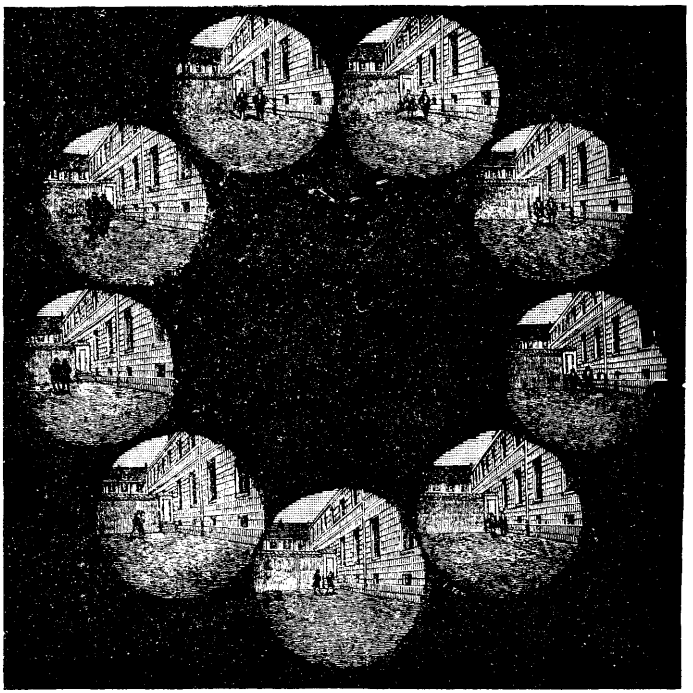


Fig. 748. Serie von aufeinanderfolgenden Momentbildern

Oberst Sebert in Paris construirte einen Serien-Apparat für „Chrono-Photographie“ (Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1891. S. 321), welcher der Hauptsache nach aus sechs Cameras besteht, welche mit aplanatischen Objectiven ausgestattet sind, ferner aus sechs von den Cameras unabhängigen Verschlüssen und einem besonderen Auslöseapparate, der bestimmt ist, diese Verschlüsse nach einander in Bewegung zu setzen.

Die sechs Cameras sind zu einem regelmässigen Sechsecke hinter einer verticalen Platte zusammengestellt, welche den Objectiven gegenüber Oeffnungen aufweisst (Fig. 749). Vor dieser Platte ist eine grosse Scheibe *B* befestigt, die in der Mitte ausgebaucht ist und sechs, den oben erwähnten Oeffnungen entsprechende Löcher besitzt; auf dieser Scheibe sind die

Verschlüsse angebracht. Jeder derselben hat zwei Paar Blätter, das eine zur Freilegung der Oeffnung, das andere zum Bedecken derselben. Jeder Verschluss wird durch einen besonderen Hebel *O* gehalten. Die Hebel zum Oeffnen und Schliessen sind symmetrisch auf beiden Seiten der Scheibe angebracht und befinden sich daher in zwei verschiedenen Ebenen. Wenn der Oeffnungshebel eines der Verschlüsse gehoben wird, so öffnen sich die zwei Blätter unter dem Einflusse von starken Federn augenblicklich, und wenn man dann auf den anderen Hebel einwirkt, so schliesst sich das andere Blätterpaar ebenso rasch. In der Mitte der Scheibe, welche die Verschlüsse trägt, dreht sich eine feste Scheibe *B*, welche durch ein Gewicht und einen Regulatormotor eine gleichförmige Bewegung erhält. Auf dieser Scheibe sind die besonderen Vorrichtungen angebracht, welche in einem gegebenen Augenblicke auf die Hebel eines jeden Verschlusses einwirken.

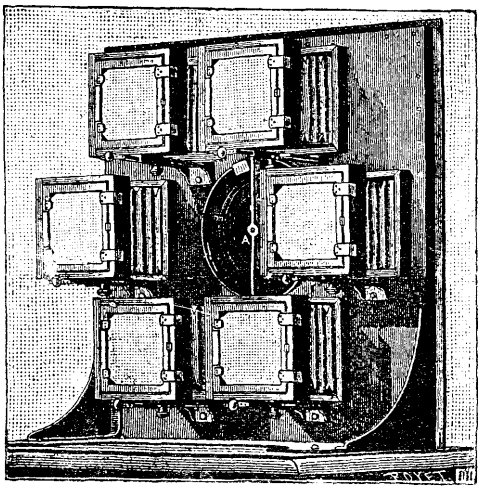


Fig. 749.

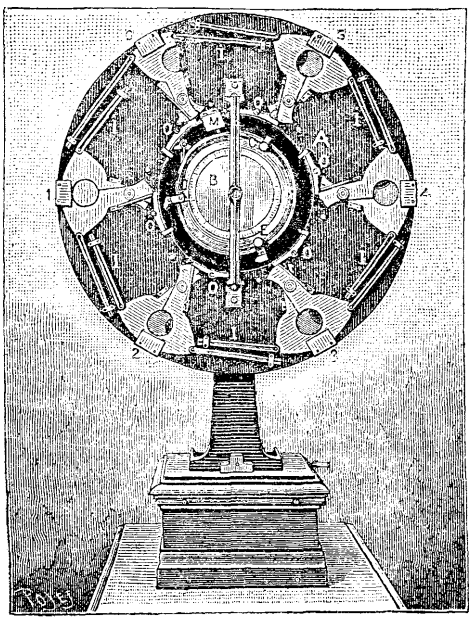


Fig. 750. Sebert's Chronograph.

Die Verschlussscheibe und ihr Mechanismus sind auf einem von dem übrigen unabhängigen Gerüste aufgestellt, so dass von denselben auf die Kammern keine Schwingungen übertragen werden. Die Verbindung zwischen den Objectiven und den Verschlüssen wird durch ein Band gebildet, welches

aus einem biegsamen, lichtundurchlässigen Materiale hergestellt ist. Der Verschluss-Mechanismus wird ausserdem noch durch einen Kasten geschützt, der nur die Oeffnungen enthält, welche zum Durchgange der Lichtstrahlen nöthig sind (Fig. 751).

Dieser Apparat, welcher im besonderen zu militärtechnischen Studien bestimmt ist, wird zur Aufnahme des Abfeuerns von Projectilen, die eine relativ langsame Bewegung haben, z. B. der automobilen Torpedos, dann des Rücklaufs der Geschütze, der Explosion stationärer Torpedos u. s. w. benutzt. Er ist daher mit einer besonderen Vorrichtung ausgestattet, welche es ermöglicht, die zu photographirende Erscheinung electrisch zu controliren.

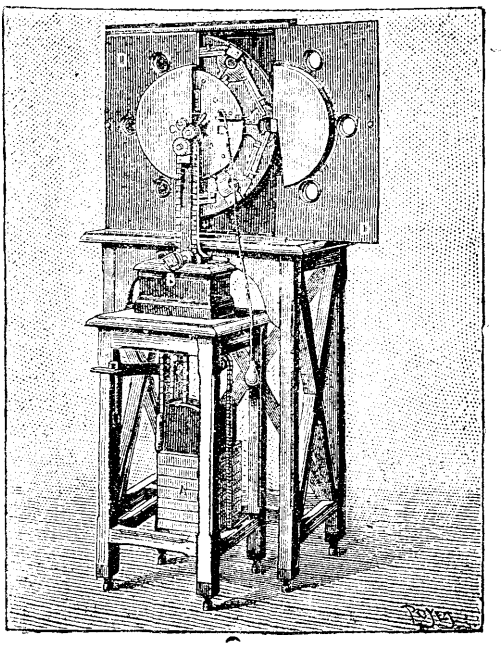


Fig 751. Sebert's Chronograph.

Dazu muss der Apparat in dem von der ihn handhabenden Person gewünschten Augenblicke das Abfeuern und darauf nach einer im Voraus berechneten Zeit die Auslösung der Verschlüsse hinter einander in regelmässigen Zeitabschnitten für eine bekannte Zeitdauer veranlassen. Diese Resultate werden mittels verschiedener sinnreicher Vorrichtungen erhalten, welche am Umfange der beweglichen Scheibe angebracht sind (Fig. 750). Der Rand der letzteren ist in 100 gleiche Theile eingetheilt und am Nullpunkte der Eintheilung ist eine Vorrichtung fest angebracht, welche dazu bestimmt ist, die Oeffnung der Verschlüsse zu veranlassen. Die beiden anderen Vorrichtungen sind verschiebbar, lassen sich dem ganzen Umfange der Scheibe entlang bewegen und an jedem beliebigen Theilstriche aufhalten. Der Schieber zum Abfeuern *C* bewegt sich in einer Richtung, welche der vom Nullpunkte sich entfernenden Bewegung der Scheibe entgegengesetzt ist. Je weiter er kommt, desto mehr Zeit verfliesst zwischen dem Abfeuern und der Oeffnung des ersten Verschlusses.

Der andere Schieber *E*, welcher dazu bestimmt ist, die verschiedenen Schieber der Reihe nach zu schliessen, bewegt sich auf der anderen

Seite des Nullpunktes, jedoch in der Richtung der Bewegung. Das Intervall zwischen den festen Vorrichtungen und diesem Schieber regulirt die Expositionsdauer bei den verschiedenen Verschlüssen. Andrerseits kann die Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe mittels eines Centrifugal-Regulators geregelt werden, so dass man alle möglichen Combinationen erzielen kann. Bei den Versuchen, deren Resultate im Folgenden wiedergegeben werden, machte die Scheibe zwei Umdrehungen in der Secunde, so dass jeder Theil der Randeintheilung $^1/_{200}$ Secunde entsprach. Wenn der Schieber zum Abfeuern um 50 Abschnitte vor gestellt ist, so vergeht $50 \times {}^1/_{200}$, d. h. $^1/_4$ Secunde, ehe die erste photographische Aufnahme erfolgt. Ist andrerseits der schliessende Schieber um einen Theilabschnitt von dem festen entfernt, so ist die Expositionszeit $^1/_{200}$ Secunde.

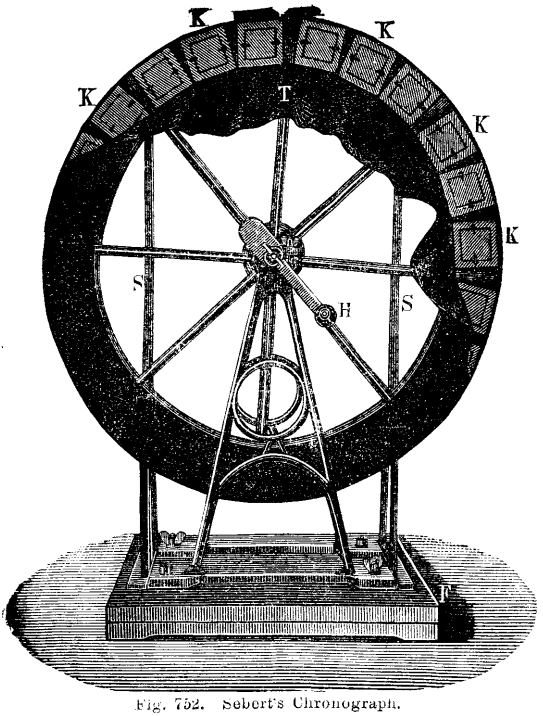


Fig. 752. Sebert's Chronograph.

Die beiden eben beschriebenen Vorrichtungen wirken auf die Hebel der Verschlüsse durch Nadeln ein, welche im Ruhezustande sich nicht in den Ebenen der Hebel befinden und darum dann nicht auf dieselben wirken. Nachdem die Schieber richtig gestellt und die Verschlüsse geschlossen sind, wird die centrale Scheibe in Bewegung gesetzt. Dieselbe erhält in Folge der Wirkung des Gewichtes ihre richtige Geschwindigkeit erst allmählich, und erst wenn sie dieselbe erlangt hat, drückt der Experimentator auf den Gummiball, welcher die ganze Operationsreihe regelt. So lange der Druck noch nicht erfolgt ist, dreht sich die Scheibe ohne weitere Wirkung, da die Nadeln der Schieber sich nicht in den Ebenen der Hebel befinden; sobald jedoch der Experimentator auf den Knopf drückt, wird das Abfeuern durch die dieser Function dienende Vorrichtung veranlasst, worauf die Nadeln der Schieber automatisch in die Ebene der beiden Hebelsysteme gebracht

werden. Die Verschlüsse werden einer nach dem andern ausgelöst, und die photographischen Aufnahmen erfolgen. Sobald die letzte Aufnahme sich vollzogen hat, löst eine feste Vorrichtung die Nadeln aus, und der Apparat dreht sich wieder wie vor den Aufnahmen ohne irgend welche weitere Wirkung. Dieser Theil des Mechanismus ist complicirt.

Dr. E. Kohlrauch in Hannover construirte einen Serien-Moment-Apparat, indem er 24 einzelne Cameras (Fig. 752, *K*, *K*) an der Vorderseite eines flachen Holzringes befestigte, denselben mittels der Kurbel *H* in Drehung versetzte, wodurch alle Kammern nacheinander bei einem Lichtspalte mit Momentverschluss vorbeikommen, und dadurch Serien-Momentbilder entstehen.[1])

Diese Anordnung, ist ebenso wenig wie die von Sebert etc., für Vorwärtsbewegungen gut anwendbar; in dieser Richtung verdient die Anschütz'sche und Muybridge'sche Anordnung mit mehreren getrennt aufzustellenden Cameras den Vorzug.

---

1) Phot. Mittheil. 1891. Nr. 432. S. 306.

FÜNFUNDZWANZIGSTES CAPITEL.

DER PHOTOGRAPHISCHE REVOLVER UND DIE PHOTOGRAPHISCHE FLINTE.

Um Vögel und andere sich rasch bewegende Gegenstände rasch und richtig momentan photographiren zu können, gab man der Camera die Form von Pistolen, Revolvern oder Flinten, damit zielt man auf den Gegenstand und ein Drücker öffnet den Momentverschluss.

Der Erste, welcher solche Constructionen ausführte, war Skaife (1860).

Th. Skaife erfand 1860 eine sehr kleine Camera für Moment-Aufnahmen, welche „Pistolen-Camera“ oder „Pistolgraph“ genannt wurde. Das ganze Instrument war aus Messing hergestellt, war nur 3 Zoll lang und $1^1/_2$ Zoll breit. Es konnte während der Exposition wie eine Taschenpistole in der Hand gehalten und losgedrückt werden. Die Fig. 753 ist die halbe Grösse des Originals und Fig. 754—757 sind wirkliche Grössen.

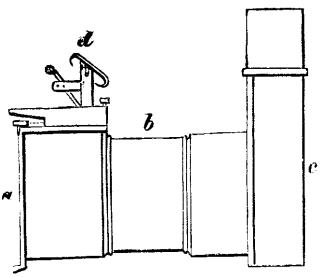


Fig. 753.
Skaife's Pistolgraph.

Das Pistolgraph Fig. 753 wird aus drei Theilen zusammengeschraubt, nämlich *a* der Vorder-, *b* der Mittel- und *c* der Rückentheil.

Der Vordertheil enthält die zusammenlegbaren Federthürchen (bei *a*), an seiner Oberseite befindet sich der Drücker *d* zur Auslösung des Momentverschlusses.[1])

Thomson erfand 1862 einen „photographischen Revolver“, welcher darin bestand, dass man zuerst einstellte, dann mittels einer Art Fall-Apparat die Moment-Aufnahme machte; nach den ersten Aufnahmen konnte die Cassette gedreht und allmählich vier Medaillons auf derselben Platte erzeugt werden.[2])

---

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 44; nach Skaife, Instantaneous Photography and manipulation of the Pistolgraph. Greenwich. 1860. (Auch in der 1. Aufl. von Eder's „Ausführl. Handb. d. Phot.“ Bd. 1, S. 405 ausführlich beschrieben.)

2) Horn's Phot. Journal. 1862. Bd. 18, S. 59.

Einen ähnlichen Apparat hatte übrigens W. Campbell schon angegeben. Am Hintertheile der Camera war eine drehbare Scheibe mit der empfindlichen Platte angebracht, von welcher durch Drehung stets andere Theile zur Belichtung gebracht werden konnten.[1])

In neuerer Zeit construirte Enjalbert einen photographischen Revolver mit 12 Platten von 4 cm Länge und Breite.[2])

Der „Photo-Revolver" war hermetisch gegen Licht verschlossen und erlaubte den sich bewegenden Objecten leicht zu folgen. 1 in Fig. 758 zeigt die äussere Ansicht desselben auf $^1/_3$ verkleinert. In 2 ist das Innere dargestellt. An der Mündung des Laufes befindet sich eine aplanatische Doppellinse von kurzer Brennweite. In

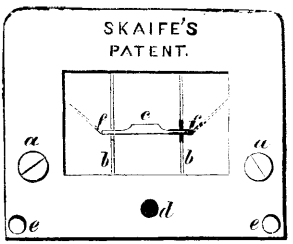
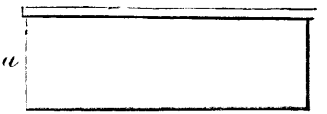


Fig. 754.



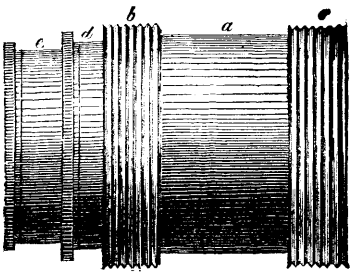
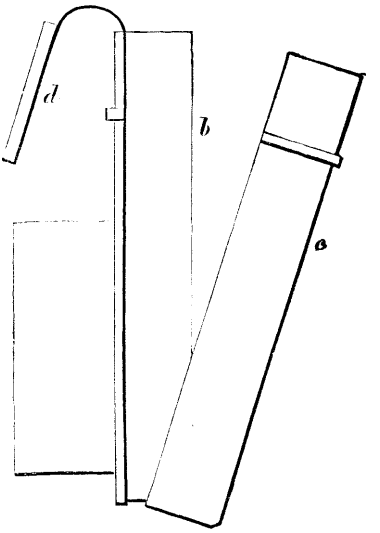


Fig. 755.



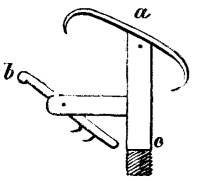


Fig. 756.

Fig. 757.

Skaife's Pistolgraph.

der Trommel H ist der Momentverschluss A (eine sich drehende Scheibe) enthalten, C ist eine Cassette. Drückt man an die Zunge des Revolvers, so dreht sich der Cylinder mit den empfindlichen Platten (g) und es wird eine neue Platte vorgeschoben. Die Platten selbst befinden sich in kleinen Rähmchen (3 in Fig. 758).

Der Photo-Revolver, welcher von Paris aus in den Handel gesetzt wurde, hat den Uebelstand, dass er in vielen Fällen denjenigen, auf den er gerichtet ist, in argen Schrecken versetzt, wobei wohl auch der harmlose Photograph mitunter in den Verdacht

1) Seely Amer. Journ. Bd. 2, S. 311. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. S. 48.
2) Moniteur de la Phot. 1882. S. 125. Phot. Wochenbl. 1882. S. 294.

eines Strassenräubers kommen dürfte. Die Versuche, welche der Verfasser damit anstellen sah, fielen ungünstig aus, weil die Haltung des photographischen Revolvers aus freier Hand eine zu unsichere war; die meisten der Bilder waren ganz unscharf.

Vollkommener, als der Photo-Revolver, ist die photographische Flinte des französischen Akademikers Marey, welcher dieselbe speciell zum Studium der Flugbewegung der Vögel construirte und auf deren Handhabung und wissenschaftlich interessante Ergebnisse wir weiter unten zurückkommen wollen. Als Vorbild diente ihm ein ähnlich ausgerüstetes Fernrohr, mit welchem der französische Astronom Janssen im Jahre 1874 den Venusvorübergang rasch nach einander photographirte.[1])

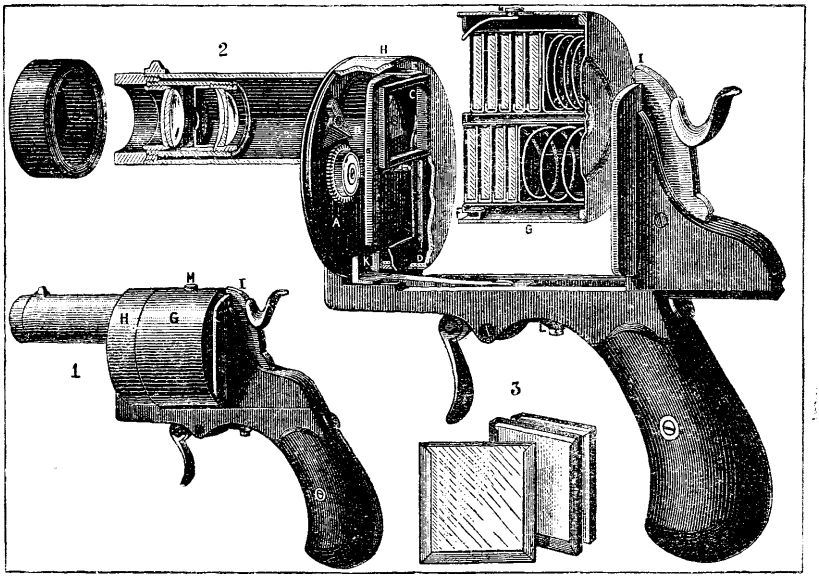


Fig. 758. Photo-Revolver.

Janssen erwähnte 1882, dass der photographische Revolver und die photographische Flinte auf dem Principe beruhe, dass die empfindliche Platte in beliebigen Intervallen vorbeigeschoben werde, während der Exposition aber ruhig bleibe. Er stellte fest, dass auch ein anderes Princip verwendbar sei, nämlich die Platte continuirlich, auch während der Exposition, vorbeizuschieben, z. B. mit einer Geschwindigkeit von 0,15—0,20 m in der Secunde. Dass es auf diese Weise möglich sei, mittels eines Momentverschlusses scharfe Bilder zu bekommen, bewies er durch die Photographie der Sonnen-Granulationen.

Durch diese Anordnung wäre es möglich, gewisse Bewegungs-Phänomen in einer sehr kurzen Zeit zu photographiren, z. B. eine Reihe von Bewegungen in Intervallen von nur $^1/_{100}$ Secunde (Bull. Belge Phot. 1882. S. 295).

1) Eder, Momentphotographie. 2. Aufl. (Halle a. S.)

Mit grösstem Erfolge verwendete Marey die von ihm construirte „photographische Flinte“ (Fig. 759) zur Herstellung von Serienbildern von fliegenden Vögeln.

Der Apparat hat im Allgemeinen die Gestalt und Grösse eines gewöhnlichen Jagdgewehres und ermöglicht, einen Gegenstand, auf den

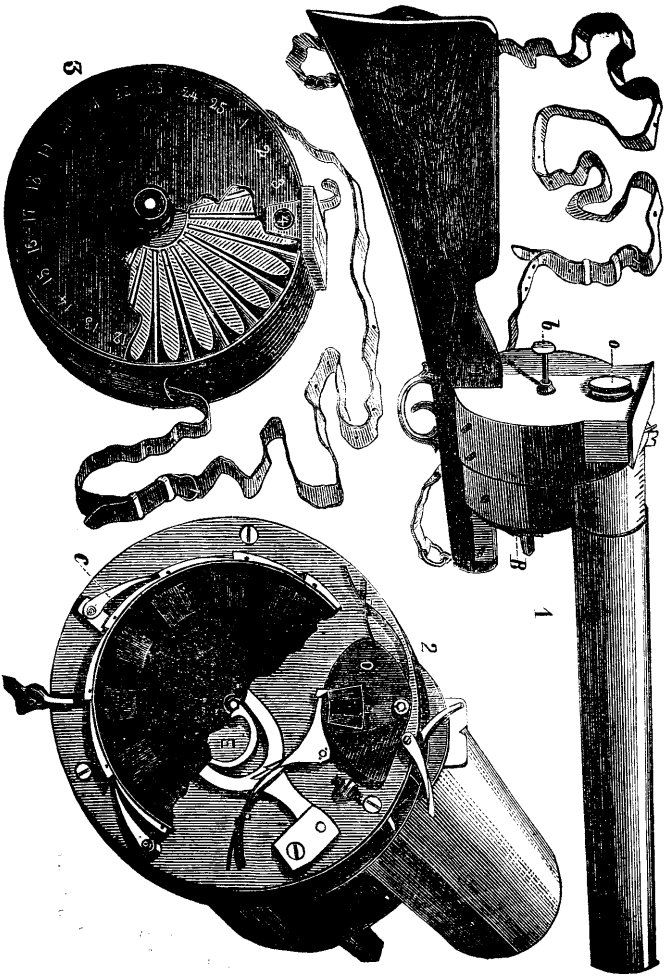


Fig. 759. Mechanismus der photographischen Flinte: 1. Ansicht des gesammten Apparates. 2. Ansicht des Verschlusses und der mit fensterartigen Oeffnungen versehenen Scheibe. 3. Runder Wechselkasten für 25 Platten.

man ihn einstellt, zwölfmal in der Secunde aufzunehmen, indem jedes Bild als Expositionszeit nur $^1/_{720}$ Secunde erfordert. Der Lauf der Flinte ist ein Rohr, in dem sich ein photographisches Objectiv befindet. Am rückwärtigen Theile ist mit dem Kolben ein cylindrisches Bodenstück fest verbunden, in dem ein Uhrwerk sich befindet. Wenn man den Drücker der Flinte niederdrückt, so wird das Uhrwerk in Bewegung

gesetzt und überträgt auf die einzelnen Theile des Instrumentes die erforderliche Bewegung. Eine Centralachse, welche zwölf Umdrehungen in der Secunde macht, setzt die anderen Theile des Apparates in Bewegung. Hierzu gehört zuvörderst eine undurchsichtige Scheibe, welche mit einer schmalen fensterartigen Oeffnung versehen ist. Die Scheibe bildet den Verschluss und lässt das Licht, welches durch das Objectiv gegangen ist, nur zwölfmal in der Secunde, und jedes Mal nur durch $^1/_{720}$ Secunde in den weiteren Theil des Apparates eindringen. Hinter dieser Scheibe befindet sich eine zweite, welche frei um dieselbe Achse rotirt und mit zwölf fensterartigen Oeffnungen versehen ist. Hinter dieser zweiten Scheibe wird eine lichtempfindliche Platte eingesetzt, die entweder rund oder achteckig ist. Die mit zwölf fensterartigen Oeffnungen versehene Scheibe muss in eine intermittirende Bewegung versetzt werden, so dass sie zwölf Mal in der Secunde stehen bleibt und einen Bündel von Lichtstrahlen in den Apparat eindringen lässt. Diese ruckweise Bewegung wird durch eine auf der Centralachse angebrachte Excentric *E* hervorgebracht, die eine hin- und hergehende Bewegung der Achse eines Sperrkegels ertheilt, welche bei jeder Oscillation einen der, auf der mit den fensterartigen Oeffnungen versehenen Scheibe, angebrachten Zähne *c* weiterschiebt. Ein besonderer Verschluss verhindert das Eindringen des Lichtes, sobald zwölf Bilder hergestellt wurden. Andere Einrichtungen bezwecken, das Vordringen der empfindlichen Platte über die Stelle zu verhindern, wohin sie durch die Sperrvorrichtung geschoben wird und wo sie während des Lichteindruckes unbeweglich feststehen muss. Man stellt durch Verlängerung oder Verkürzung des flintenlaufartigen Rohres ein und controlirt die Einstellung durch eine im Bodenstücke angebrachte Oeffnung *O*. Ein kreisrunder Wechselkasten, welcher ähnlich den bereits im Handel befindlichen eingerichtet ist, dient zur Unterbringung von 25 empfindlichen Platten und zur Einführung derselben in die Flinte, ohne sie der Einwirkung des Lichtes auszusetzen.

Vor Anwendung des eben beschriebenen Apparates zum eingehenden Studium des Fluges der Vögel wurden bei einer Reihe von experimentellen Versuchen befriedigende Resultate erhalten. So wurde z. B. ein schwarzer Pfeil an eine Centralachse befestigt, um welche er sich dreht, indem er sich von einem durch die Sonne hell beleuchteten weissen Hintergrunde abhebt. Die Drehung erfolgte so rasch, dass die Enden des Pfeiles in der Secunde einen Weg von 5 m zurücklegten, was sechs Umdrehungen entsprach. Der Zieler bemerkt bei der Schnelligkeit der Bewegung auf eine Entfernung von 10 Metern, indem er auf den Mittelpunkt der Scheibe einstellt, nur im Allgemeinen eine graue Färbung. Wird die empfindliche Platte entwickelt, so findet man auf derselben

zwölf im Kreise vertheilte Bilder, auf deren jedem man den Pfeil mit seinen projectirten Schatten beinahe ebenso deutlich bemerkt, als ob er festständ. Bei einem anderen Versuche wurde ein schwarzer Secundenpendel, welcher vor einem weissen, in Grade getheilten Lineale, oscillirte, photographirt und zwölf Bilder der bei der vollen Oscillation aufeinander folgenden Stellungen erhalten. Um volle Sicherheit über das Mass der Expositionsdauer zu erhalten, wurde am Instrumente ein chronographischer Apparat angebracht, der in einem Kautschukballon bestand, welcher bei jeder Verschiebung einen Stoss erhielt und durch eine Luftleitung aus Kautschuk mit einem Schreib-Apparate in Verbindung stand,

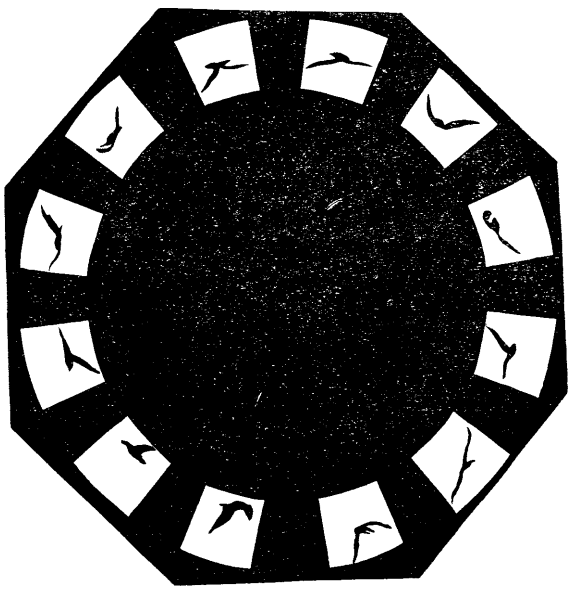


Fig. 760. Photographie einer Möve während des Fluges mit der photographischen Flinte.

durch den die Bewegungen auf einem in Drehung versetzten Cylinder verzeichnet werden in derselben Zeit, als ein Chronograph oder Diapason, dessen Schwingungen bekannt sind. In dieser Weise kann die Dauer des Lichteindruckes und die dazwischen verlaufende Zeit mit hinreichender Genauigkeit gemessen werden.

Nach diesen Controlversuchen schritt Marey zum Photographiren von in Bewegung befindlichen Thieren. Er nahm eine Möve in vollem Fluge auf. Da dieser Vogel in der Secunde genau drei Flügelschläge macht, so beobachtet man an den zwölf Bildern vier aufeinanderfolgende gleichartige Stellungen, die sich periodisch folgen. (Siehe Fig. 760.) Die Flügel sind zuerst auf das Maximum erhoben, dann senken sie sich; im folgenden Bilde sind sie am tiefsten gesenkt und im vierten Bilde

heben sie sich wieder. Hierauf wiederholt sich eine neue und ähnliche Serie von Bewegungen u. s. w. Durch Vergrösserung dieser Abbildungen erhält man auf die Entfernung sichtbare Bilder (Fig. 761 u. 762), bezüglich deren Klarheit und Präcision Marey sich noch nicht hinreichend befriedigt erklärt, indem seine Negative noch schwach körnig sind, was er seiner geringen Uebung in photographischen Operationen zuschreibt.

Durch die Heliogravure erhält man nur eine schwarze Silhouette. Marey zweifelt nicht, dass man später Tonabstufungen in Bildern erhalten wird. Unter einem Microscope kann man bei schwacher Vergrösserung bereits jetzt an den mit sehr genauer Einstellung erhaltenen Abbildungen die Schwungfedern zählen und die Lagen der Federn wahrnehmen. Werden die Photographien der Vögel in einem Phenacistocop angeordnet, so werden die Flugbewegungen ziemlich gut wiedergegeben, doch ist die Zahl der Abbildungen, welche jeder Stellung der Flügel

Fig. 761. Vergrösserung einer Aufnahme bei Beginn der Flügelsenkung.

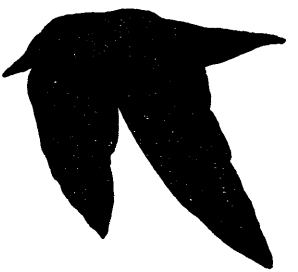


Fig. 762. Vergrösserung einer Aufnahme zu Ende der Flügelsenkung.

entsprechen, noch zu gering, um eine genaue Darstellung des Fluges zu vermitteln. Man kann dieses Ziel erreichen, z. B. durch Verdoppelung der Schnelligkeit in der Bewegung des empfindlichen Apparates und des Verschluss-Apparates. Marey hat mit seinem Apparate dies erfolgreich versucht, indem noch der Lichteindruck in der kurzen Expositionszeit von $^1/_{1400}$ Secunde zur Erzielung eines Bildes hinreichte, wiewohl das verwendete Objectiv nicht zu den rasch arbeitenden gehörte.

Diese Versuche dehnte Marey auf verschiedene Arten von Vögeln aus.

Fig. 763 repräsentirt eine Reihe von Silhouetten von fliegenden Vögeln, deren Beschreibung wir folgen lassen.

H^1 ist eine Eule (Hibou) im Momente, wo sie ihre Flügel niederlässt. H^2 und H^3 zeigen den Vogel in den Perioden, wo er die Flügel immer mehr senkt. In H^4 werden die Flügel gehoben. Die runde Form des Kopfes macht die Silhouette im ersten Blicke schwer verständlich. Eine andere Merkwürdigkeit liegt in der schrägen Neigung des Körpers, aber man gewöhnt sich bald an diesen Anblick der Eule.

Der Silberfasan (*F*) ist im Momente des Niederlassens und in der Mitte des Niederschlagens der Flügel aufgenommen. Auch er ist ein wenig geneigt. Seine Bauchseite war dem Apparate zugekehrt.

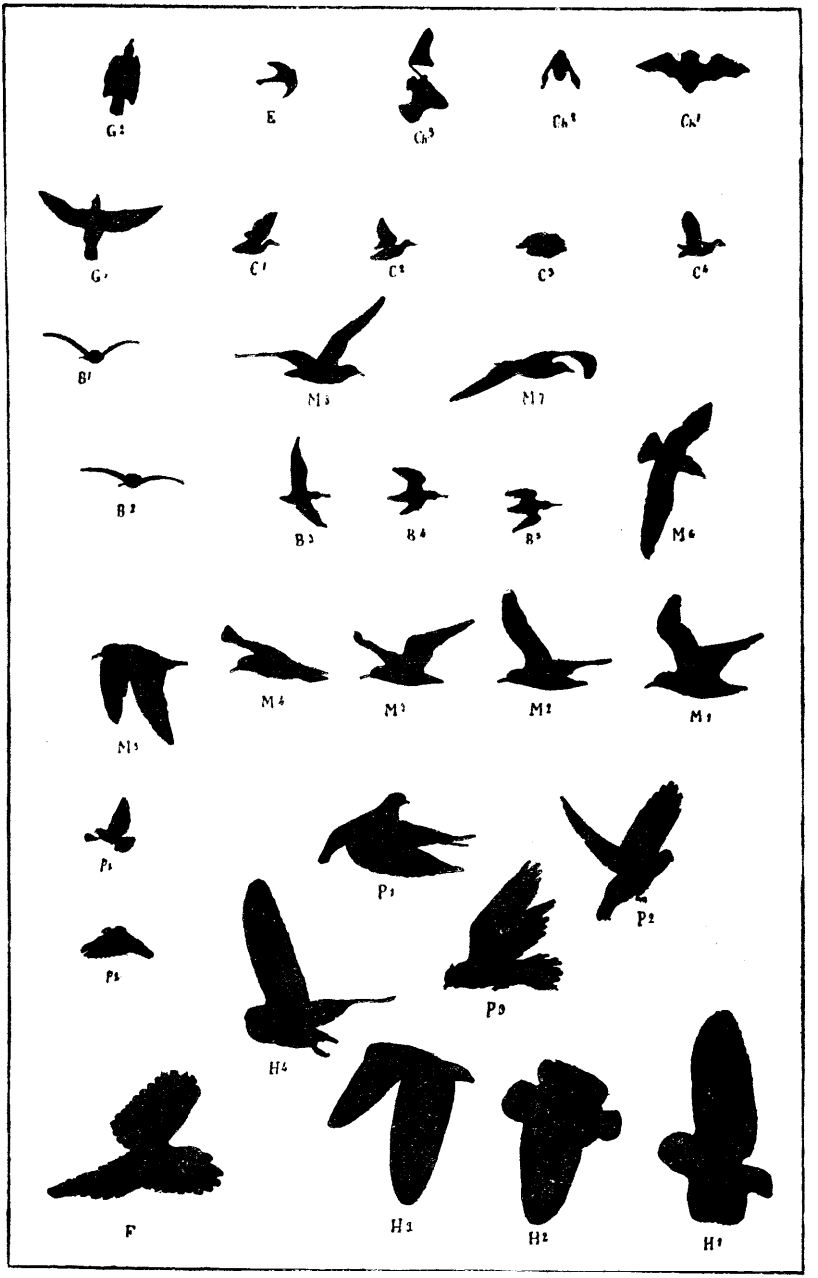


Fig. 763. Momentphotographien verschiedener Vögel im Fluge.

Die Taube (Pigeon) ist in P^1 am Ende der Flugsenkung gezeigt. P^2 das Ende der Erhebung. Die in P^3 dargestellte Taube ist ein „Pigeon Montauban", diese Gattung fliegt recht schlecht. Man muss den Vogel in die Luft werfen, um ihn zum Fliegen zu bringen und meistens macht er auch dann nur Anstrengungen seinen Fall zu verhindern.

p^1 ist eine Pfautaube (Pigeon-Paon) während sie die Flügel senkt, p^2 am Schlusse der Senkung.

M zeigt eine Möve in horizontalem Fluge, etwas von hinten gesehen. Die Stellungen 1, 2, 3, 4, 5 entsprechen den successiven Senkungen der Flügel. M^6 ist das Bild einer schwebenden Möve, von oben gesehen. M^7 ist eine Möve mit gesenkten Flügeln, schräg gegen die Flugrichtung gesehen. M^8 eine andere Flügelstellung derselben Möve.

Eine Moosschnepfe (Bécassine) stellt B^1 und B^2 dar, von vorn während der Flugsenkung gesehen. B^3 ist die Seitenansicht schräg von unten, am Ende einer

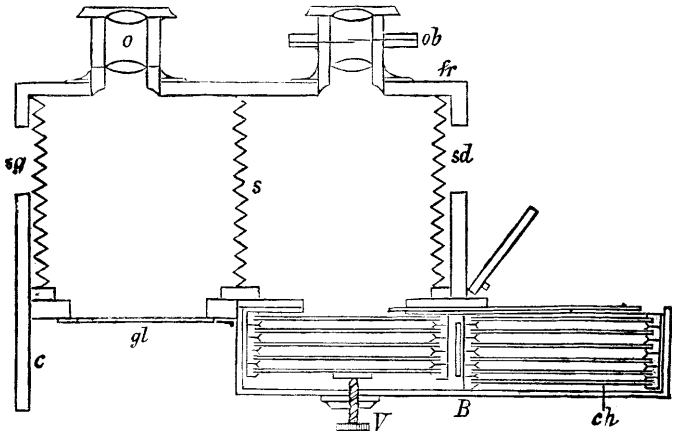


Fig. 764. Dr. Fol's photographische Flinte.

Flügelhebung. In B^4 und B^5 lässt sich die Schnepfe mit halb gebogenen Flügeln über die Luft gleiten.

Die Drossel (Grive) ist in G^1 abgebildet, von unten während der Flügelsenkung. In G^2 hält der Vogel die Flügel fest geschlossen und wirft sich wie ein Projectil vorwärts bis zu einem neuen Flügelschlage; dann nimmt er wieder die Stellung G^1 an.

Der Sperber (Emouchet) schwebt in E fast unbeweglich. Der Schnabel ist immer gegen den Bauch gerichtet. Der Vogel erhält sich mittels einiger Flügelschläge gegen den Wind am Platze.

Die Ente (Canard) zeigt C^1 und C^2 in verschiedenen Graden der Erhebung der Flügel; C^3 ist der Schluss der Senkung.

Die Fledermaus ist nach Marey schwer zu photographiren, wegen ihres capriciösen Fluges, ihres kleinen Körpers und der späten Stunde, in welcher sie erscheint. Marey machte viele Fehl-Aufnahmen, bevor er brauchbare Bilder auf der Platte seiner photograpischen Flinte erhielt. Ch^1 zeigt die Fledermaus mitten in der Flügelhebung; das Thier ist von unten gesehen; Ch^2 am Ende der Senkung der Flüge

und zwar von vorn gesehen. Das in Ch^3 repräsentirte Thier hat einen Theil der Membran zwischen den Klauen auf der rechten Seite verloren.

Das genaue Studium der Flügelstellungen dieser Vögel, z. B. der Taube, gibt einen Einblick in die Erklärung der Flugbewegungen.

Mit Benutzung der Marey'schen Versuche construirte Dr. Fol eine photographische Flinte, welche grössere Bildformate liefert und allgemeiner anwendbar erscheint.

Dr. Fol's[1]) photographische Repetirflinte gibt Bilder von 9×10 cm, enthält 11 Platten und ist mit einem Steinheil'schen Antiplanet von $2^1/_2$ cm Durchmesser

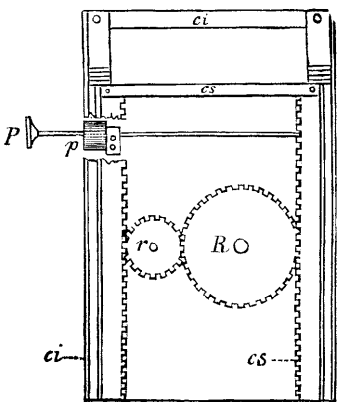


Fig. 765.
Dr. Fol's photographische Flinte.

und $14^1/_2$ cm Brennweite ausgerüstet. Der Verschluss ist ähnlich dem Thury und Amey'schen (s. S. 309).

Die Camera besteht aus einem Balge (Fig. 764 *ss*) und ist durch eine Scheidewand *S* vollkommen lichtdicht in zwei Theile geschieden.

Die linke Hälfte des Balges (Fig. *sg*) bildet eine Kammer, welche bestimmt ist, mittels des linken Objectives *o* ein Bild auf der matten Scheibe *gl* zu erhalten. Die rechts liegende Hälfte des Balges *sd* begrenzt den Raum, in welchem das Objectiv, welches den Verschluss-Apparat trägt, ein dem vorhergenannten ähnliches Bild auf einer empfindlichen Platte bildet, welche in dem Behältnisse *B* sich befindet.

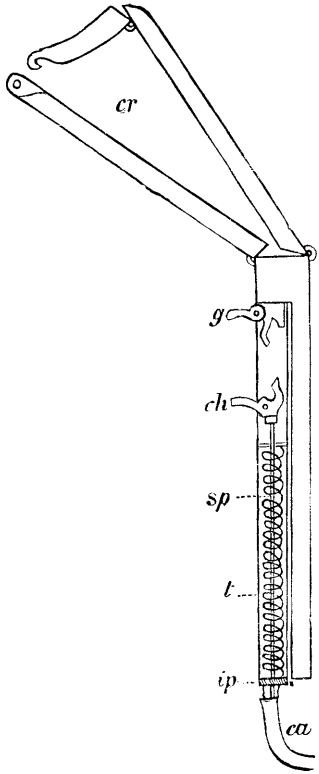


Fig. 766.
Dr. Fol's photographische Flinte.

Ein Stirnbrettchen *fr* trägt beide Objective und bildet die Vorderwand des Balges. Ein breiter Rahmen *c* trägt die matte Scheibe und das Plattenbehältniss, während er zugleich die Rückwand des Balges bildet.

Der Plattenkasten ist geräumig genug, um zwei Sätze von sechs Platten unterzubringen. Jede Platte befindet sich in einem Holzrähmchen und ist auf der Rückseite

[1]) Dr. Fol in Genf veröffentlichte seine Arbeiten im „Archiv des sciences physiques et naturelles" in Genf. 1884

mit einer sehr dünnen Metallplatte bedeckt, welche das Durchfallen des Lichtes zur folgenden Platte verhindert. Wenn eine Platte exponirt wird, so genügt es, den Apparat wieder aufrecht zu stellen und dann nach rechts zu neigen, damit die exponirte Platte in das rechte Behältniss falle. Vor jeder Exposition ist es zweckmässig, die Schraube *V* anzuziehen, um den vorletzten Rahmen an den Rand des Kastens anzudrücken und selben in gleiche Entfernung vom Objective zu bringen.

Das Einstellen wird durch zwei Metallrahmen mit Zahnrädern (Fig. 765) bewerkstelligt, welche sich unter dem Apparate befinden und deren einer das Stirnstück *ci* trägt, während der andere *cs* in einem Falze des ersteren Rahmens sich bewegt. Die zwei Rahmen werden einer auf dem anderen bewegt durch einen seitlich angebrachten Knopf *P*, der in eine Spindel übergeht, welche zwei cannelirte Cylinder *p* trägt. Die Cannelirungen greifen in eine Zahnstange der Seitenstücke des Metallrahmens *ci* ein. Der Rahmen *cs* wird durch ein horizontales Rad *R* mit verticaler Achse in Bewegung gesetzt, letztere endet an der unteren Seite in einen Knopf, den man in der linken Hand hält und der dem Apparate als Träger dient, wie beim Schusse mit einem Carabiner. Es genügt, den Knopf leicht mit der linken Hand in der einen oder anderen Richtung zu drehen, um herbeizuführen, dass mit Hilfe des grösseren Rades (Fig. 765) *R* eine rasche Bewegung des Rahmens *cs* und hiermit des Stirnbrettchens und der Objective erfolgt.

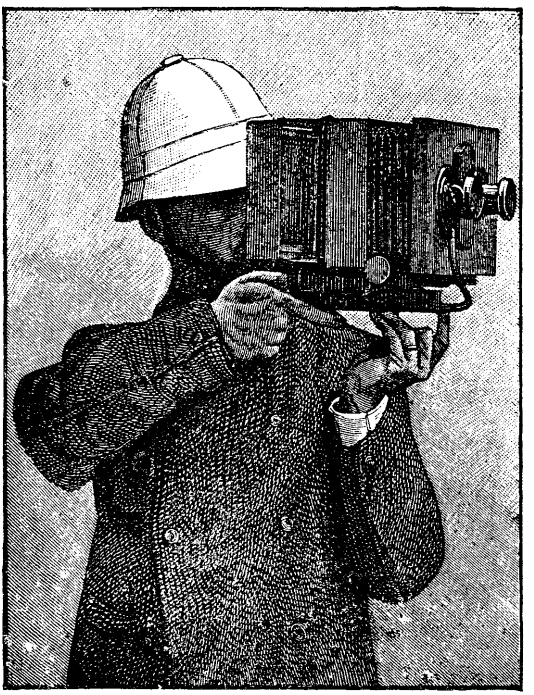


Fig. 767. Dr. Fol's photographische Flinte.

Ein kleines Zahnrad *r* dient, um die Bewegung des grossen Rades auf die entgegengesetzte Seite des Rahmens zu überwachen und eine ruhige schleifende Bewegung, frei von aller seitlichen Abweichung, zu ertheilen.

Während des Gebrauches wird der Apparat auf einem Träger (Fig. 766) in Gestalt eines Gewehrschaftes befestigt, welcher aber aus vier Platten besteht, die mittels Scharnieren beweglich sind, welche es ermöglichen, ihn gänzlich zusammenzufalten. Der vordere Theil enthält ein cylindrisches Rohr, in welchem ein Kolben *ip* gleitet, der durch eine Spiralfeder *sp* fortgeschoben wird. Wenn die Feder sich ausdehnt, so stosst sie den Kolben plötzlich vorwärts und erzeugt eine Compression der Luft in dem Rohre, die sie durch den Kautschukschlauch *ca* auf den Verschlussapparat über-

trägt und seine Auslösung bewirkt. Ein Druck mit dem Finger auf die letztere genügt, um sogleich den Verschluss-Apparat in Bewegung zu setzen.[1])

Die Art der Verwendung des Apparates ist einfach. Wenn der Plattenbehälter an den gehörigen Platz gebracht, der Verschluss-Apparat hergerichtet, der Kolben an die Schulter (Fig. 767) gelegt, die Feder gespannt ist, so genügt es, den Apparat gegen den zu photographirenden Gegenstand zu wenden und das Bild auf der matten Scheibe zu untersuchen; eine leichte Bewegung mit der linken Hand genügt, um das Einstellen zu beenden und den Apparat in der gegebenen Stellung zu erhalten, während der Zeigefinger der rechten Hand die Exposition im geeigneten Momente bewerkstelligt. Es genügt sodann, den Apparat nach zwei entgegengesetzten Richtungen zu bewegen, um eine neue empfindliche Platte an die Stelle derjenigen zu bringen, welche eben solirt wurde, und kann man, nachdem die Federn gespannt sind, zu einer folgenden Exposition schreiten.

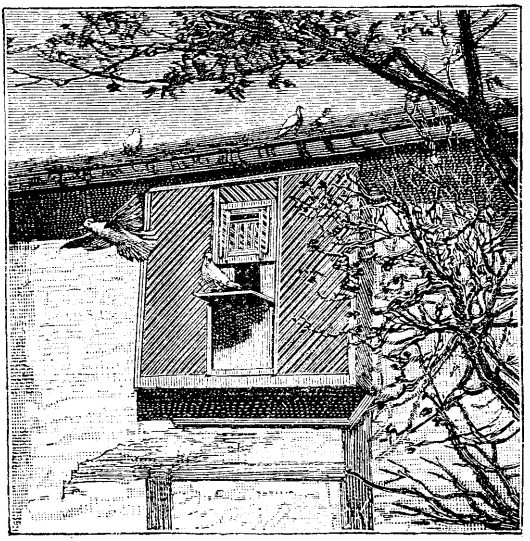


Fig. 768.
Moment-Aufnahme mit der photographischen Flinte.

Mit den gegenwärtig im Handel befindlichen Platten erhält man im Freien, bei schönem Wetter, im Sommer oder zur Mittagszeit treffliche Negative mit viel Detail. Unter anderen Verhältnissen sind so rasche Expositionen ungenügend, um auf der Platte einen für ein gutes Negativ hinreichenden Lichteindruck zu erhalten.

Dieser Apparat hat Vorzüge gegen andere tragbare, welche bisher vorgeschlagen wurden. Zur Lösung der Fragen, welche die Mechanik der Bewegungen von Thieren, des Fluges der Tauben, des Ganges der vierfüssigen Hausthiere und des Menschen auftauchen lässt, ist es allerdings unzweifelhaft, dass die Gesammtheit der Apparate und Einrichtungen von Muybridge und von Marey (s. oben) vollständigere und werthvollere Daten liefern können. Die Reihenfolge der Stellungen, welche ein Thier in einer gewissen Gangart einnimmt, in sehr nahen Zwischenräumen auf einer Platte photographirt, ist gewiss viel lehrreicher, als die Aufnahmen, welche Fol's Apparat herzustellen erlaubt. Aber anderseits ist die unten beschriebene Methode von Marey nach ihrer Beschaffenheit auf jene Thiere begrenzt, welche man genau im Profile vor dem Objective in einer bestimmten Entfernung vorbeigehen lassen kann, während man mit Dr. Fol's Apparat alle Stellungen verzeichnen kann unter Bedingungen, unter denen man einen Flintenschuss abgeben könnte.

---

1) Dr. Fol's Apparat wurde in der Werkstätte für physikalische Apparate in Genf (Plainpalais) ausgeführt.

Um einen Beleg für die Anwendbarkeit der photographischen Flinte zu geben, sei Fig. 768 als Beispiel einer solchen Aufnahme gegeben.

Auch E. von Gothard construirte eine der Fol'schen ähnliche photographische Flinte, welche mit zwei Steinheil'schen Antiplaneten von 9,5 cm Focus ausgerüstet waren, deren eines zum Visiren, das andere zum Photographiren dient (Phot. Corresp. 1887. S. 227).

Fig. 768a. E. von Gothard's photographische Flinte.

Fig. 768a gibt eine Ansicht dieses Apparates, mit welchen E. von Gothard viele sehr gelungene Moment-Aufnahmen herstellte.

Lechner's Schützen-Camera.

Baron Victor Kalchberg stellt sich als Jäger und Amateur-Photograph die zweifache Aufgabe, überhaupt Schussbilder in dem kurzen Zeitabschnitte, der zwischen dem Abdrücken der Feder des Percussionsschlosses und der Entzündung der Patrone liegt,

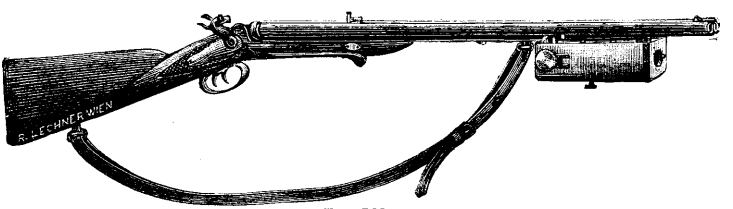


Fig. 769.

zuwege zu bringen, und zweitens die Einrichtung derart zu treffen, dass das entstehende Bild eine verlässliche Controle des richtigen Zielens bildet. Die Einrichtung dieser von Lechner in Wien ausgeführten Camera ist derart, dass das Niederfallen des Hammers den Momentverschluss eines an der Unterseite der Läufe an deren vorderen Hälfte angebrachten photographischen Apparates genau rechtzeitig öffnet und wieder schliesst, ehe die Erschütterung der Explosion der Patrone eintritt.[1])

1) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1892. S. 197.

Die photographische Adjustirung des Gewehres ist äusserlich kaum sichtbar; Handlichkeit und Treffsicherheit der Waffe bleiben ganz unverändert.

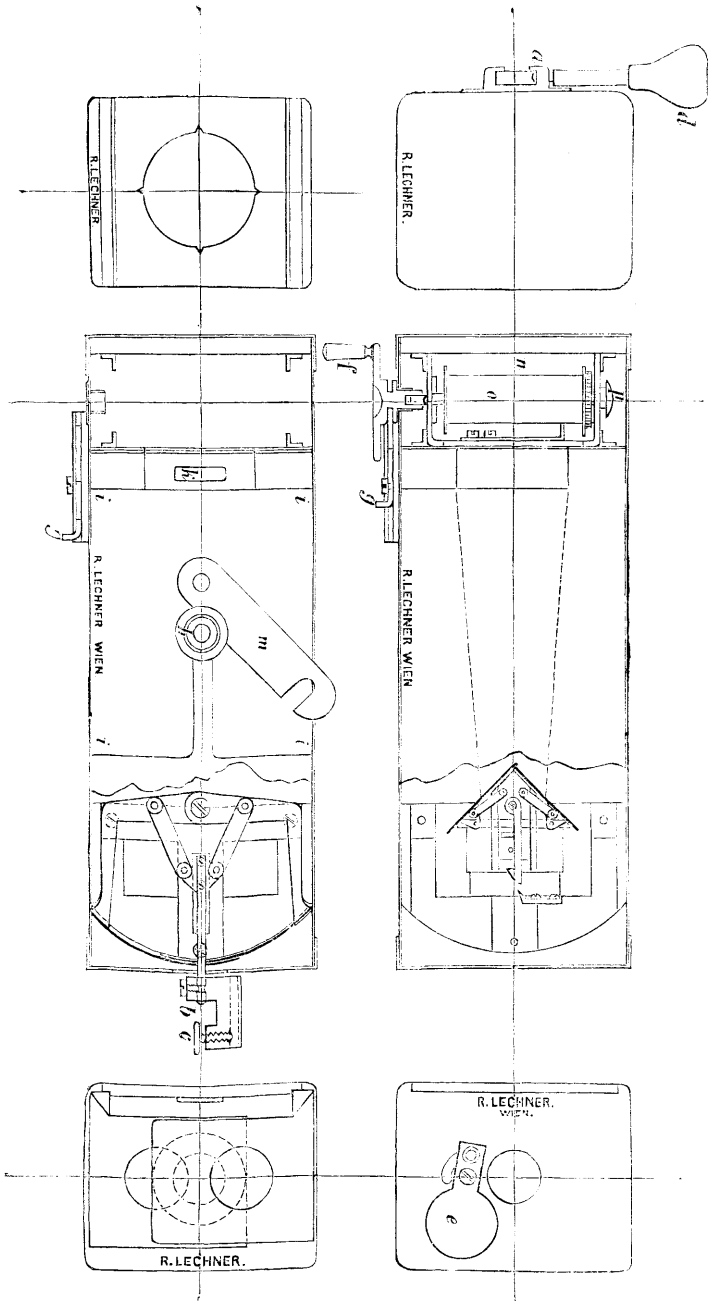


Fig. 770. Lechner's Schützen-Camera. ½ natürliche Grösse.

Der Schütze steckt die Camera auf das Gewehr längs der an der unteren Seite des Laufes befindlichen Leitschiene *a* auf und achtet darauf, dass das äusserste runde Ende der Transmissionsstange am Gewehre gleichzeitig in das messingene, an der Cameravorderfläche drehbar befestigtigte Verbindungstück *b* schlüpft. Dann schraubt man die rändrirte Stahlschraube *c* dieses Verbindungsstückes durch Rechtsdrehen fest und überzeugt sich, ob die Camera soweit zurückgeschoben ist, bis sie anstösst und klemmt bei *d* fest. Nun wird geladen und die Hähne gespannt; dann macht man einen ziemlich kräftigen Zug an dem Knopfe, welcher an der Unterseite des Laufes hervorragt, damit sich das rückwärtige Ende des Gestänges genau an die Hebel bei den Hähnen anlegt. Der runde Schieber *e* auf der Camera-Vorderfläche wird nun zurückgeschoben und bleibt jetzt offen, bis die Camera vom Gewehre abgenommen werden soll. Das Gewehr ist nun schuss- und photographiebereit.

Nach dem Schusse ist eine einmalige Umdrehung der Curbel *f* an der Seite der Camera zu machen, bis sich das Schnappen einer Feder hören lässt, dann der oder die Hähne der abgeschossenen Läufe wieder zu spannen, zu laden, am Knopfe an der Unterseite des Laufes zu ziehen, worauf das Gewehr zur zweiten Aufnahme bereitgestellt ist und so weiter. Es lassen sich 30 Aufnahmen nacheinander machen.

Für Doppelgewehre ist noch zu beachten, dass, wenn photographirt wird, beide Hähne gespannt sein müssen, weil ein abgespannter Hahn die Transmission (vom Hahne bis zum Momentverschlusse) unbeweglich macht.

Beim Abnehmen des Apparates schliesst man den Schieber *e* an der Vorderwand der Camera, lockert die Klemmschraube *c* des Zwischenstückes, sowie die *d* der Camera und zieht letztere vom Gewehre ab. Diese Camera ist mit Rollcassetten für Films eingerichtet.

SECHSUNDZWANZIGSTES CAPITEL.

VEREINIGUNG DER CHRONOPHOTOGRAPHIEN ZU EINEM BEWEGUNGSBILDE MITTELS DES STROBOSCOPS.

Am besten kann man die Lebendigkeit jeder Bewegung aus den Momentphotographien völlig naturgetreu wiedergeben, wenn man die aufeinander folgend gemachten Momentbilder an eine sich drehende sogenannte stroboscopische Scheibe bringt. Die verschiedenen rasch aufeinander folgenden Bilder verschmelzen zu einer einzigen Lichtempfindung. Es ist höchst merkwürdig, dass der Gesammteindruck einer zusammengehörigen Reihe von Momentphotographien in Stroboscop völlig naturwahr ist, während die Einzelbilder dem Beschauer unnatürlich und fast als Caricaturen erscheinen. Besonders täuschend sind die Bewegungs-Momentbilder, wenn die vor dem Auge vorbeibewegten Momentbilder mit Hilfe elektrischer Funken kurz aber kräftig beleuchtet werden.

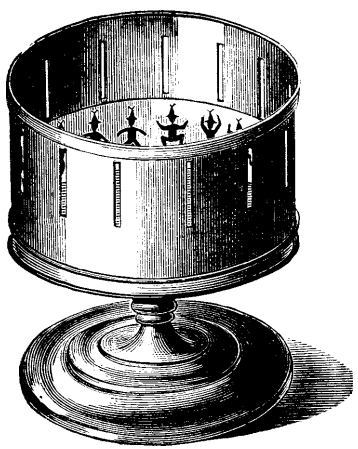


Fig. 771.
Amerikanischer Wundercylinder.

Als Ausgangspunkt dient hierfür die von Strampfer im Jahre 1832 erfundene, bekannte stroboscopische Scheibe oder das sogenannte „Phantascop", oder „amerikanischer Wundercylinder" auch „Zoëteop" oder „Schnellseher" genannt. Wenn man das Innere eines solchen Apparates (Fig. 771) mit den aufeinander folgenden Photographien eines springenden Mannes oder dergl. bedeckt, und der Cylinder in rasche Drehung versetzt, so glaubt das durch eine der Spalten blickende Auge den Mann in Bewegung zu sehen. Die verschiedenen rasch auf-

einander folgenden Lichteindrücke verschmelzen zu einer einzigen Lichtempfindung.

Herr O. Anschütz in Lissa in Posen bringt seit 1890 ein kleines Modell seines „Schnellsehers" in den Handel, welches eine Verbesserung des gewöhnlichen Stroboscopes oder Lebensrades darstellt und speciell für die bekannten Anschütz'schen Serien-Momentbilder bestimmt ist.[1])

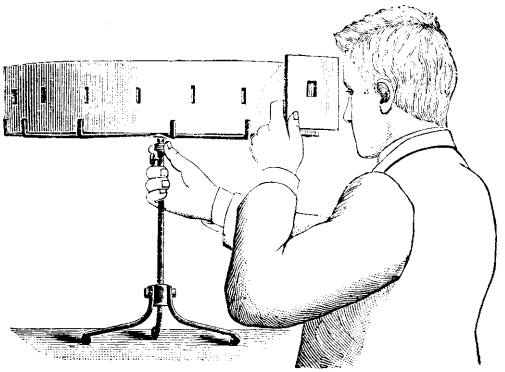


Fig. 772. Zum Gebrauche für continuirliche Bewegung.

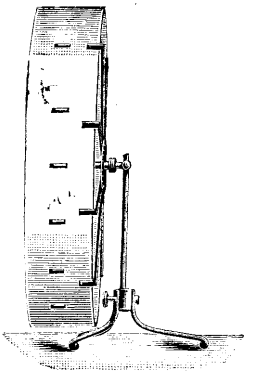


Fig. 773. Für nicht continuirliche Bewegung.

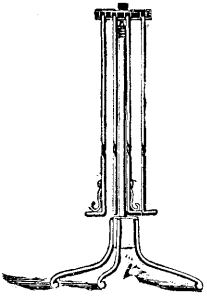


Fig. 774. Apparat zusammengelegt.

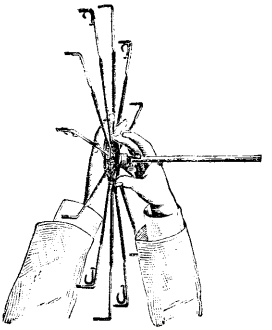


Fig. 775.

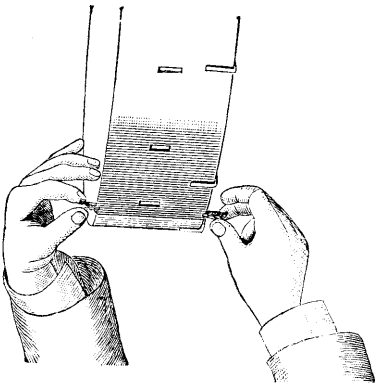


Fig. 776.

Der Apparat kommt mit fünf Bilderreihen zu billigem Preise in den Handel und besitzt folgende Einrichtung: Er ist in horizontaler und verticaler Stellung zu gebrauchen, wie Fig. 772 und 773 zeigt. Der Schnellseher lässt sich schirmartig zusammenlegen (Fig. 774) und nimmt dann einen sehr geringen Raum in Anspruch. Will man den Apparat aufstellen, so neigt man ihn nach abwärts, wobei die Stäbe

1) S. Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1892. S. 367.

schirmartig auseinanderfallen und in dieser Stellung durch eine Art Riegel festgehalten werden. Die dazugehörigen photographischen Serienbilder sind auf einem langen Streifen angebracht, welcher die Länge des

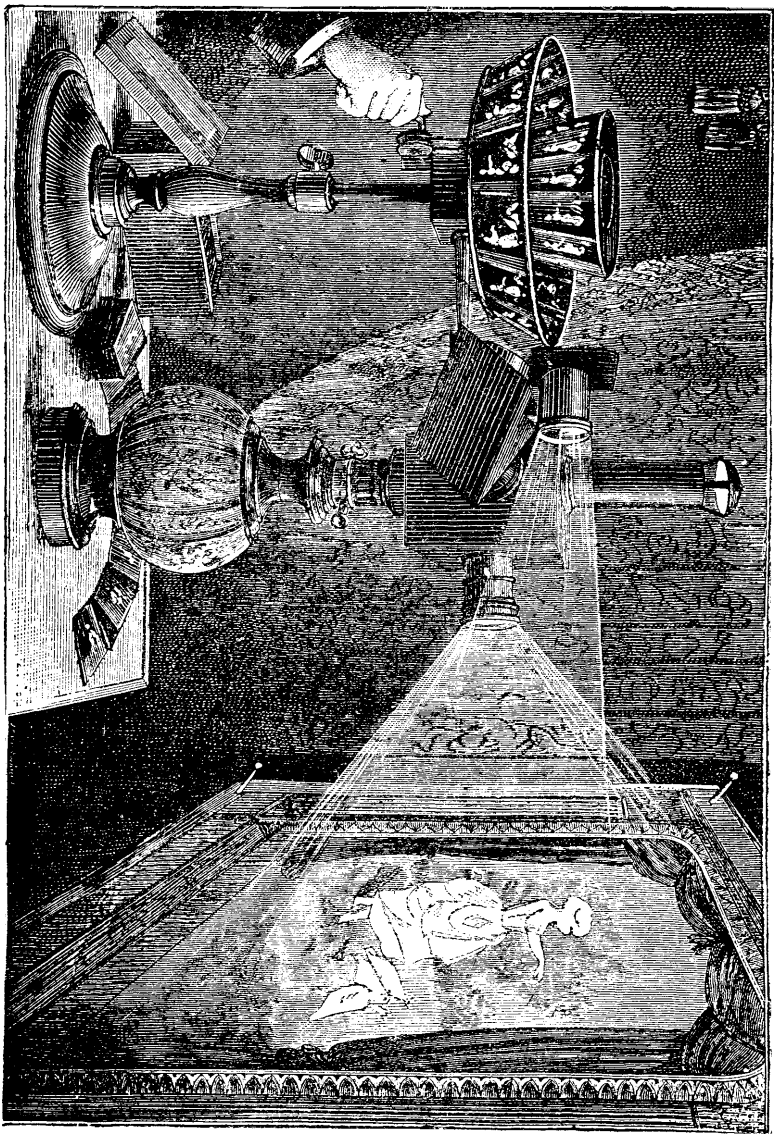


Fig. 777. Reynaud's Praxinoscop.

Umfanges des Rades besitzt und (wie Fig. 772 und 776 zeigt) derartig auf die Peripherie des Rades befestigt wird, dass er die Trommelwand repräsentirt. In den Bildstreifen selbst sind die Sehlöcher (Schlitze) in entsprechender Anzahl angebracht, welche der Anzahl der Einzel-

Aufnahmen am Streifen entsprechen. Sobald man die Trommel dreht und durch die Schlitze ins Innere blickt, so tritt die Bewegungserscheinung sehr deutlich hervor. Man kann auch eine kleine Cartonblende (Fig. 772) vor das Auge halten, wodurch der Ausblick in das rotirende Rad auf einen Schlitz beschränkt wird, dadurch wird das stroboscopische Phänomen deutlicher.

Das Bestreben eine Reihe von Serien-Bildern mittels geeigneter stroboscopischer Apparate zu projiciren und dadurch einem grösseren Publicum zur Anschauung zu bringen, führte zu zahlreichen Versuchen. — Ch. Wheatstone hatte schon 1870 einen Apparat für diesen Zweck construirt. Später construirte Reynaud sein „Praxinoscop" (in Paris) um das Jahr 1882.[1])

Reynaud's Apparat braucht nur eine gewöhnliche Lampe. In Fig. 777 ist der ganze Mechanismus so dargestellt, dass seine Anordnung ersichtlich ist. Es gibt zwei Projectionen, aber eine einzige Lampe genügt für beide. Eine Linse projicirt eine Landschaft etc. und die andere (in unserer Figur die obere) die sich bewegenden Figuren. Richtet man beide Linsen auf einen Schirm und dreht die aufeinanderfolgend gemachten Momentbilder genügend rasch, so bewegen sich die Figuren und stellen eine bewegte Scene vor. Allerdings ist der Apparat sehr unvollkommen und die Bilder bewegen sich ruckweise. Trotzdem wurde einem solchen Apparate die anfangs angezweifelte Richtigkeit der Muybridge'schen Aufnahmen constatirt. Muybridge selbst producirte im März 1882 in der Royal Society in London seine Bilder mittels eines ähnlichen Apparates, welcher durch electrisches Bild beleuchtet war. Im Jahre 1891 demonstrirte Muybridge diese Bilder in Wien und Berlin mittelst eines Apparates, welcher von ihm selbst construirt worden war: er benutzte electrisches Licht. Muybridge projicirte auch seine Bewegungsbilder (Diapositive) auf eine grosse Fläche und setzte die Serien zu continuirlichen Bewegungsbildern zusammen. Muybridge ordnete seine Diapositive auf der Peripherie einer Scheibe an und liess sie durch den Projectionsapparat passiren, während dieselben sich in entgegengesetzter Richtung vorbeibewegten. Leider ist die Zahl der Bewegungsbilder nicht so gross wie bei Anschütz und sind die Bilder Silhouetten, so dass dieselben ein unangenehmes Flimmern zeigen.[2])

Weitaus vollkommener und präciser sind Anschütz's Bewegungsbilder, bei welchen gleichfalls Diapositive benutzt wurden, welche allerdings nicht an eine Wand projicirt, sondern in der Durchsicht von

1) Phot. News. 1882. S. 675, aus „La Nature".

2) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1892. S. 363.

einem grösseren Publikum gleichzeitig betrachtet werden könne. Bei der ersten Form des „electrischen Schnellsehers", welchen Anschütz im Jahre 1887 erfand und in Berlin ausstellte, waren die Reihenbilder (Glasdiapositive) kreisförmig auf einer Stahlscheibe angeordnet.[1]) An der höchsten Stelle befand sich eine Opalscheibe, hinter welcher mittels einer Geissler'schen Röhre die Beleuchtung des Bildfeldes erfolgte.

In Fig. 778 ist diese ältere Anordnung dargestellt.

Diese Art der electrischen Beleuchtungsvorrichtung ist auch bei der neuen Form des Anschütz'schen Electrotachyscops (1890) beibe-

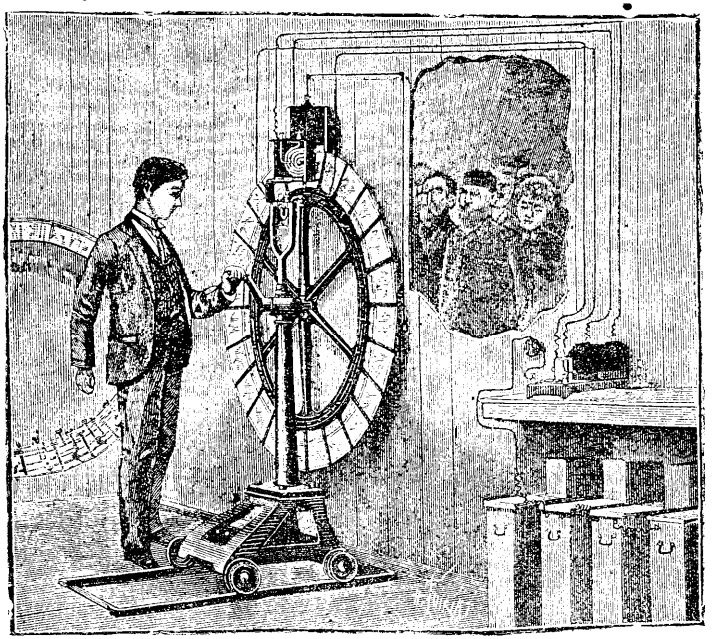


Fig. 778.

halten, während die Form des Stroboscops geändert wurde. Statt der rotirenden Scheibe ist eine rotirende Trommel (eine Art Rad) angewendet, wodurch einerseits der Apparat handlicher und weniger voluminös wird, und anderseits nebeneinander verschiedene Bilder dem Beschauer vorgeführt werden, während bei der Scheibenform bloss eine Bilderserie betrachtet werden konnte und dann die Diapositive ausgewechselt werden mussten.

Der Electrotachyscop (in seiner neueren Form) besteht aus einer rasch beweglichen Trommel von 65 cm Durchmesser, auf welcher eine Anzahl durchsichtiger Bromsilber-Gelatinebilder (auf biegsamen

1) S. Eder's Jahrbuch d. Phot. für 1888. S. 176; für 1891. S. 35.

Blättern) vom Formate 9×12 cm angebracht ist. An einer Oeffnung des Kastens, welcher das Rad einschliesst, befindet sich ein Opalglas, hinter welchem eine spiralförmig zu einer Kreisfläche gewundene, sogenannte Geissler'sche Röhre liegt. Durch diese, äusserst verdünnte Luft enthaltende Röhre wird der kräftige electrische Funke eines Inductions-Apparates in dem Momente geleitet, wo sich ein Bild des rotirenden Rades davor befindet. Dieser Funke wird nach weniger als ein Tausendstel Secunde wieder unterbrochen, so dass die Röhre ihr schönes Licht nur für diese kurze Zeit aussendet.

Fig. 779 zeigt die Ansicht des Apparates, welcher in einen Kasten eingeschlossen ist. Die Figur stellt den Apparat nach dem Abheben

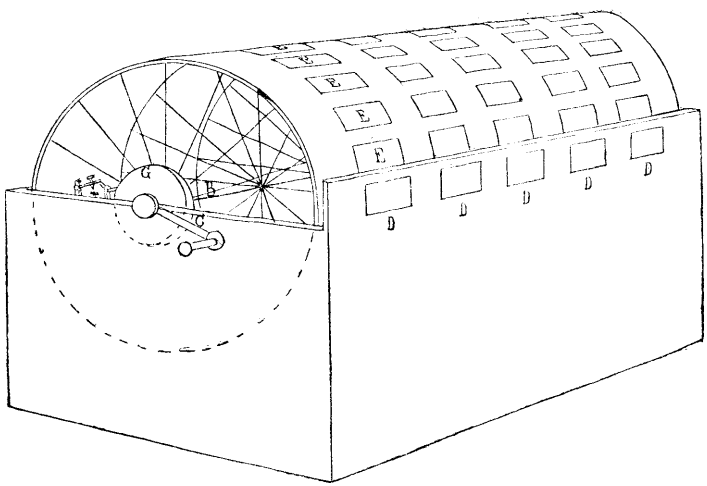


Fig. 779.

des oberen Theiles des Kastens dar, wodurch die Trommel A, welche sich um die Welle B mittels der Kurbel C dreht, sichtbar wird. Um die Peripherie der von dünnen Stahlstäben getragenen Trommel A sind die Momentbilder E (in unserer Figur fünf Serien) angebracht. Bei DD befinden sich Schaufenster (Sehfelder), welche mit einem gewöhnlichen Spiegelglas (zum Schutze für die Diapositive) versehen sind. Hinter dem Glase bewegen sich an der Peripherie der Trommel die Diapositive vor dem Auge des Beschauers vorbei. Die Lichtquelle (Geissler'sche Röhre) befindet sich hinter dem Diapositive, und eine zwischen Lichtquelle und Diapositiv eingeschaltete Milchglasscheibe mildert das aufblitzende Licht der von dem electrischen Funken durchflossenen Geissler'schen Röhre.

Fig. 780 stellt diese Anordnung schematisch dar; D ist das im Kasten angebrachte Schaufenster, A die mit den Diapositiven belegte Trommel,

E eine Milchglasplatte, *F* eine spiralförmig gewundene, mit electrischen Leitungsdrähten verbundene Geissler'sche Röhre.

So oft nun ein Momentbild das Schaufenster beim Drehen der Trommel passirt, durchschlägt ein electrischer Funke die Geissler'sche Röhre und erhellt das Sehfeld. Dies wird durch einen eigenthümlichen „Stromunterbrecher" bewirkt, welcher den Contact einer electrischen Leitung in dem Augenblicke schliesst, wo das Bild sich vor dem Sehfelde befindet.

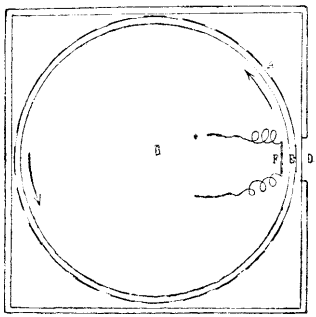


Fig. 780.

Fig. 781 gibt ein Bild dieser Einrichtung. Die Achse *B* trägt an ihrem Ende ein starkes Eisenrad *G*, welches ungefähr 10 cm breit ist; dieses Eisenrad besitzt an der Peripherie 24 Vertiefungen, welche den 24 aneinander gereihten einzelnen Diapositiven entsprechen. Ein kleiner, aus Horn verfertigter Stab *a* dreht sich um die Achse *b* und liegt auf dem Rade *G* derartig auf, dass die an letzterem eingeschnittenen Vertiefungen ein sprungartiges Heben und Senken des Hornstabes beim Drehen der Vorrichtung bewirken. Das Ende dieses Hornstabes hebt die Metallfeder *c*, welche diese Bewegung einem Metallstifte *d* mittheilt; dadurch wird der Contact der Metallspitze mit der Unterlage *e* in

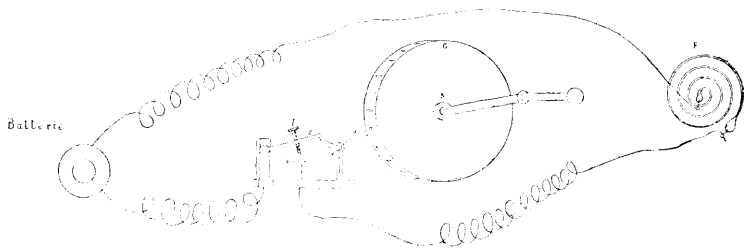


Fig. 781.

rascher Aufeinanderfolge unterbrochen oder geschlossen. Verbindet man also die Electroden eines Ruhmkorff'schen Funkengebers einerseits mit der Geissler'schen Röhre, anderseits mit dem erwähnten Unterbrecher, so wird der Funke bei einer Radumdrehung 24mal (entsprechend den 24 Vertiefungen des Eisenrades) aufblitzen, d. i. so oft, als die 24 Bilder der Trommel das Sehfeld passiren.

Ist nun das Zimmer verdunkelt und wird die Scheibe rasch genug gedreht, um die Bilder in ungefähr $^1/_{30}$ Secunde aufeinander folgen zu lassen, so erglänzt die Opalscheibe in scheinbar continuirlichem Lichte und vor ihr sieht man die Bewegung, die durch die Reihenaufnahme

dargestellt wurde, im zierlichsten Massstabe und in schöner Vollendung. Der Eindruck dieser Erscheinung ist in Folge der hohen Naturwahrheit ein ungemein überraschender und anziehender. Gegenwärtig zeigt das Electrotachyscop sechs verschiedene Bewegungsbilder, nämlich einen laufenden Hund, marschirende Soldaten, springende Menschen und Pferde etc. Bei dem Bewegungsbilde des über ein Hinderniss setzenden Reiters fällt die Formvollendung der Bewegung des Pferdes auf und es überrascht die Genauigkeit der nebensächlichen Umstände, z. B. die emporgeschleuderte und wieder herabfallende Sandwolke, welche durch die Gewalt des Sprunges durch das Pferd in Bewegung gesetzt wurde. Es ist ein grosser Fortschritt der Photographie, dass sie nicht nur einzelne Bewegungsphasen abbildet, sondern auch durch das Stroboscop oder den electrischen Schnellseher in ihrer vollen Ursprünglichkeit wieder vor unseren Augen aufleben lässt.

SIEBENUNDZWANZIGSTES CAPITEL.

PANORAMA-APPARATE.

Will man eine Panorama-Ansicht mit einem sehr bedeutenden Gesichtsfeldwinkel, z. B. 120 bis 180 Grad und darüber, aufnehmen, so bedient man sich nicht mehr der gewöhnlichen Camera und Weitwinkel-Objective, welche im besten Falle einen Winkel von ungefähr 110 Grad umfassen, sondern der sogenannten Panorama-Apparate [1]). Das Prinzip derselben ist folgendes: Wenn eine Linse um einen Punkt dreht, der senkrecht zur optischen Achse ist, so sind die Bilder, wenn sie auf einem dahinter befindlichen cylindrischen und mit ihr concentrischen Schirme aufgefangen werden, stationär, trotz der Drehung der Linse.

Soll ein ebener Schirm benutzt werden, so bewegt sich das Objectiv automatisch und zugleich wird die empfindliche Platte langsam (tangential zu gedachtem Cylinder) vorwärts geschoben, so dass das Bild des ganzen Umkreises allmählich und scharf auf die Platte kommt [2]).

---

1) Der sich für „Panorama-Camera" vorfindende synomyme Name „Pantascopische Camera" (Phot. Arch. 1865. S. 116) ist hier wegen einer etwaigen Verwechslung mit dem Pantascop-Objectiv fallen gelassen.

2) Werden mehrere aneinander grenzende Aufnahmen mit gewöhnlichen Objectiven gemacht und neben einander geklebt, so erhält man auch eine Art panoramisches Bild, wie es z. B. Robertson gegen das Ende des Krimkrieges von Sebastopol machte; die Bilder Robertson's waren aber in der Mitte heller und schärfer als am Rande, so dass die Combination drei Lichtflecken mit zwei dunklen Verbindungsstellen zeigte (Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1860. S. 114). — Deflubé nannte eine Camera, deren Cassetten-Einrichtung das Zusammenstossen zweier getrennter Aufnahmen erleichterte, „Compositions-Camera" (Phot. Corresp. 1873. S. 104). — Während bei der erwähnten Methode mehrere Negative erzeugt und die entsprechenden positiven Einzelbilder erst adjustirt werden, nehmen Andere, wie Arzberger, drei Bilder aneinander anstossend auf einer Platte auf. Er verschiebt die Cassette nach jeder

Ist a in Fig. 782 ein leuchtender Punkt, o der Mittelpunkt des Objectivs, pp die cylindrische Platte, so liegt das Bild des Punktes auf der Linie ao in b. Wird das Objectiv nun um seinen Mittelpunkt gedreht (wie in der Figur punktirt angedeutet ist), so bleibt das Bild von a nach dem angedeuteten Grundsatze dennoch auf derselben Linie aob (weil a und o unverrückt ihren Stand behalten), wird also wieder auf den Punkt b der Platte fallen, daher werden sich trotz der Bewegung des Objectivs alle Punkte der vorliegenden Gegenstände scharf abbilden. Natürlich gilt dieser Satz nur, falls die Strahlen keinen zu grossen Winkel mit der Achse bilden. Man setzt deshalb der Linse gegenüber eine Schlitzblende, deren Oeffnung parallel der Drehachse ist und welche sich gleichzeitig mit dem Objectiv bewegt.

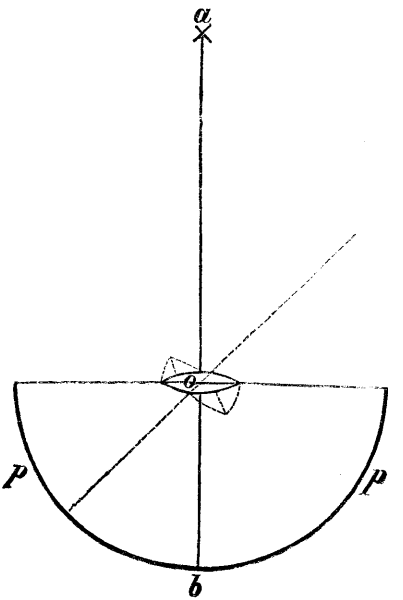


Fig. 782. Panorama-Apparat.

Im Jahre 1845 erfand Friedrich v. Martens, Kupferstecher in Paris, den ersten Panorama-Apparat für cylindrisch gebogene Kupferplatten (Daguerreotypplatten), welcher einen Gesichtswinkel von 150 Grad umfasste[1]). Er wurde „Megascop-Camera" oder „Panorama-Camera" genannt.

Ein Mangel der Martens'schen Apparate war die cylindrische Platte, deren Präparation besonders im gewöhnlichen Collodiumprocess sehr schwierig ist.

Den Martens'schen Apparat mit cylindrisch gekrümmter Platte veranschaulicht Fig. 782.

Aufnahme, indem man durch eine Schnappfeder etc. die Endpunkte der Aufnahmen zum Zusammenfallen bringt. Vor der empfindlichen Platte befindet sich ein Rahmen (der Grösse einer Einzelaufnahme entsprechend), welcher wenigstens 1 cm von der empfindlichen Platte absteht. Dadurch hat jedes einzelne Bild an der Kante ein Halbschattenbild, welches sich mit dem Halbschattenbilde der nächsten Aufnahme deckt und den harmonischen Uebergang von einem Bilde zum andern vermittelt. Die Camera muss ganz horizontal stehen (Martin, Phot. Corresp. 1880. S. 132).

1) Compt. rendus. 1845. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 97, S. 239. Phot. Archiv. 1865. S. 116. Auch Johnson und Harrison hatten 1862 ein englisches Patent auf einen Panorama-Apparat erhalten, jedoch behielt Johnson die damalige Form später nicht gänzlich bei. — Eine Abbildung des Apparates findet sich im Phot. Archiv. 1866. S. 7.

Garella construirte selbständig eine Panorama-Camera und nahm 1848 in Algier damit Ansichten auf[1]).

1856 vervollkommnete der Neffe Martens', Ludwig Schuller in Paris, den Apparat dahin, dass man damit auf flachen Glasplatten operiren konnte[2]).

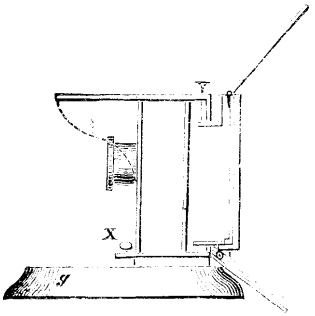


Fig. 783.

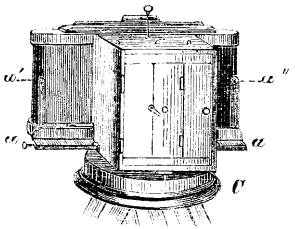


Fig. 784.

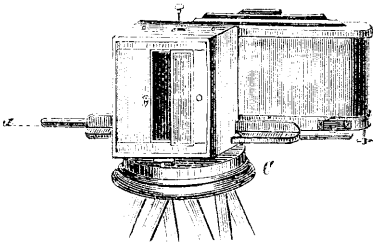


Fig. 785.

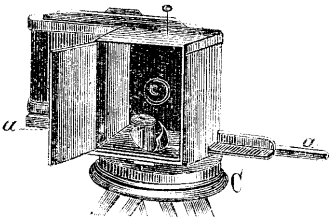


Fig. 786.

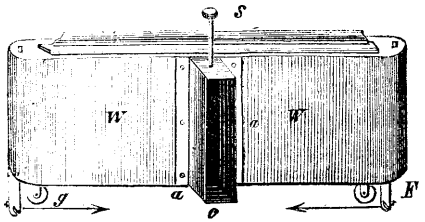


Fig. 787. Johnson's Pantoscop-Camera.

Ross in New-York construirte 1857 die analogen „Scioptric-Camera", mittels welcher jede Rundsicht auf drei Glasplatten ausgeführt

1) Bull. Soc. d'Encour. 1856. S. 800. Kreutzer's Jahresber. d. Phot. 1856. S. 141.

2) Compt. rend. 1856. Bd. 43, S. 1081. Cosmos. Bd. 9. S. 655. Kreutzer's Jahresber. d. Phot. 1856. S. 144.

werden konnte, deren jede genau 120 Grad umfasste[1]). Brooman nahm 1857 ein englisches Patent auf einen Panorama-Apparat[2]).

Bald darauf nahm Baldus mit Garella's ähnlichem Apparate Ansichten von Paris auf und dadurch angeregt stellte Johnson (1864) seine „Pantoscopic-Camera" zusammen, welcher letztere eine originelle mechanische Bewegung der Linse und Cassette mittels eines Uhrwerkes erfand.

Johnson's Panorama-Camera, welche Fig. 784 im Profildurchschnitt zeigt, steht auf einer kreisrunden Basis *G*, in deren Mitte sich, genau unter der optischen Mitte des Objectivs, ein senkrechter Zapfen *x* befindet, um welchen die Camera sich dreht. Die hintere Seite der Camera ist geschlossen, bis auf einen verticalen Spalt von geringer Breite, durch welchen das Licht des Objectivs auf die Platte dringt und dort stets nur einen schmalen Streifen belichtet. Die Vorderseite der Camera enthält das Objectiv.

An der Hinterwand befindet sich unten eine horizontale Stahlschiene *a a* Fig. 786, welche der Cassette zur Führung dient. Sie besteht aus drei Theilen, von welchen die äusseren behufs bequemerer Verpackung aufgeklappt werden können, wie dies Fig. 786 bei *a a'* und *a a''* zeigt.

Im Innern der Basis *C* unter der Camera befindet sich das Uhrwerk. Dasselbe besteht aus einer Trommel mit Spiralfeder, einem Schneckenrad und Kette und setzt durch einige Räderübersetzungen eine Unruhe in Bewegung, die sich im Vordertheil der Camera befindet. Diese ist mit Windflügeln versehen, welche verstellt werden können, so dass ihnen die Luft einen mehr oder minder grossen Widerstand entgegensetzt. Dadurch lässt sich die Bewegung um ein Merkliches verzögern oder beschleunigen.

Aussen um den Rand der Basis zieht sich eine Hohlkehle und in derselben läuft straff angezogen eine gekreuzte feine Metallsaite, deren eines Ende an der Basis, deren anderes Ende an dem Cassettenwagen befestigt ist. Diese Saite vermittelt die Bewegung (Fortschiebung) der Cassette während der Drehung. Selbstverständlich muss daher der Umfang der Basis in genauem Verhältnisse zur Brennweite des Objectivs stehen, um eine genaue Uebereinstimmung zwischen den Bewegungen der Cassette und des Objectivs herbeizuführen.

Die Cassette befindet sich in einem Gehäuse oder Wagen, welcher in Fig. 787 besonders dargestellt ist. Er läuft mittels Rollen auf der oben erwähnten Stahlschiene und besteht aus einem einfachen Gerippe, dessen beide Seiten durch verticale Walzen gebildet sind. Ueber diese Walzen ist ein endloser Streifen Wachstuch (sogenanntes amerikanisches Leder) *W W*, Fig. 787, gespannt, welcher sich über denselben verschieben lässt. An einer Stelle dieses Streifens (bei *a* Fig. 787) ist ein metallnes Kästchen ohne Deckel und Boden befestigt, das genau in den Spalt der Hinterwand der Camera passt und dort durch einen Stift *s* oder durch einen Schliesshaken festgehalten wird. Durch diesen Kasten wird die Oeffnung gebildet, durch welche das durch den Spalt kommende Licht des Objectivs auf die innerhalb des Tuchstreifens in der Cassette befindliche Platte dringt. Wenn nun das Objectiv an der Cassette vorübergeht, so nimmt die Camera das Metallkästchen mit, das Tuch bewegt sich dadurch über die beiden senkrechten Walzen und jede Stelle der Platte kommt so nach

1) Kreutzer's Jahrber. d. Phot. 1857. S. 391; aus The Liverpool and Manchester Phot. Journ.

2) Abridgments of Specification relating to Photogr. 1861. S. 97.

und nach vor die Oeffnung, weil die Cassette während der Linksdrehung der Camera sich auf der Stahlschiene nach rechts bewegt. In Fig. 784 bis 786 sind die verschiedenen Stellungen der Camera und Cassette angegeben.

Die Einstellung geschieht, indem man über vier Stifte hinwegvisirt, welche sich auf der Oberfläche der Camera befinden und den Winkel bezeichnen, welchen das Instrument umfasst.

In späterer Zeit hat Johnson einige Verbesserungen an seinem Apparate angebracht, wodurch eine grössere Modification der Drehungsgeschwindigkeit und die Verwendung von Objectiven verschiedener Brennweite ermöglicht wird[1].

Ein Panorama-Apparat neuerer Construction (gleichfalls mit Uhrwerk) ist in Fig. 788 abgebildet[2].

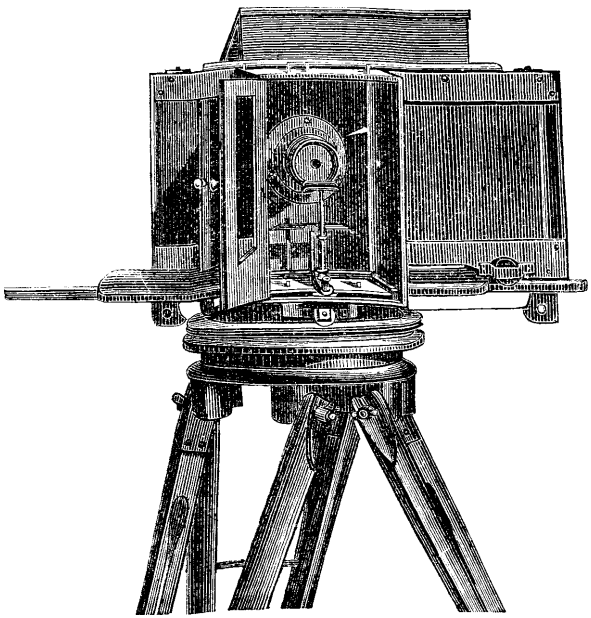


Fig. 788. Panorama-Apparat mit Uhrwerk.

Das Princip einer Panorama-Camera für ebene Platten, bei welcher sich Objectivröhre und Cassette dreht, sei hier nach Sutton beschrieben[3].

Die Linse (Fig. 789) wird an einer langen, engen Röhre von der Höhe der Camera befestigt. Diese dreht sich um eine unmittelbar über der Blende gestellte Achse. Innerhalb der Camera sind zwei sehr starke, feste Reifen angebracht, der eine oben, der andere am Boden derselben. Die Casette drückt immer gegen diese Reifen. Sie sind kreisrund und ihre Mittelpunkte liegen in der Rotationsachse der Röhre. Die Enden der

1) Bulletin de la société française de photographie. 1866. Nr. 6.

2) Liébert, La Photogr. en Amérique. 1878. S. 107.

3) Schnauss, Phot. Lexicon. 2. Aufl. 1864. S. 273 und 3. Aufl. 1882. S. 321.

Cassette sind mit Rädern versehen, welche, soweit sie sich rundum bewegt, in Rinnen am Boden der Camera laufen, wie sie die punktirten Linien zeigen. Diese punktirten Curven sind Evoluten des unteren kreisförmigen Reifens. Das obere Ende der Linsenröhre setzt sich fort bis über die Spitze des oberen Reifens und das untere Ende der Linsenröhre bis unter das Ende des unteren Reifens. Die Cassette wird dann zwischen diese vorragenden Enden der Linsenröhre gebracht. Ein mit Sammet überzogenes Stück Holz wird gegen diese Enden geschraubt und indem es gegen den Rücken der Cassette presst, hält es sie an ihren Platz gegen die Reifen.

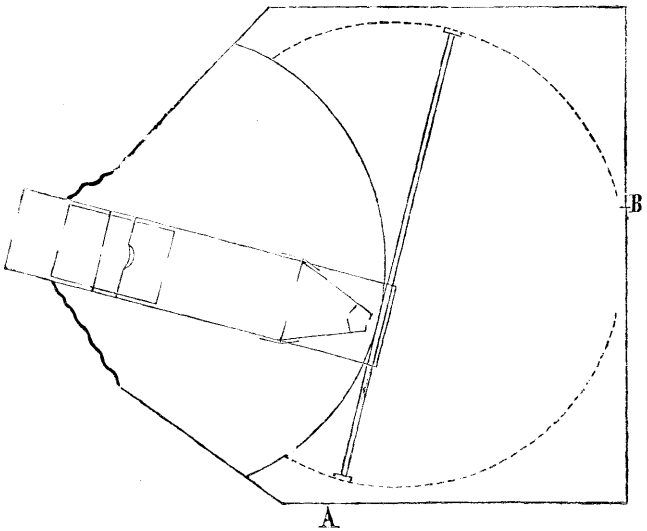


Fig. 789. Sutton's Panorama-Apparat.

Es ist nun augenscheinlich, dass, sowie die Linsenröhre um ihre Achse gedreht und allmählich nach den verschiedenen Objecten im Gesichtsfelde gerichtet wird, die Cassette sich mit ihr bewegt und immer gegen die Reifen gedrückt wird, so dass dadurch stets der geeignete Theil der empfindlichen Platte der Linse gegenübersteht, wobei das mit Sammet überzogene Holzstück zu gleicher Zeit gegen den Rücken der Cassette gleitet und die Räder sich längs der Evoluten bewegen.

Die Seiten der Linsenröhre sind mit zwei Flügelthüren versehen, damit man nach Gefallen die Weite des in irgend einem Augenblick exponirten verticalen Bildstreifens vermindern kann. Ihre Rotations-Bewegung kann man mittels eines Spanners und einer Feder oben an der Camera reguliren. Der Boden der Cassette kann durch einen Spalt in der Camera bei *A* oder *B* weggezogen oder wieder eingesetzt werden.

Die Genauigkeit, mit welcher das Instrument arbeitet, hängt von der Genauigkeit seiner Construction ab. Die optischen Principien schliessen keine Schwierigkeiten ein. Alle Theile des Bildes sind gleich scharf. Die Perspective des Bildes ist indess panoramisch und nicht eben, so dass die horizontalen Linien der Objecte nicht in geraden Linien, sondern in gekrümmten, verschwinden. Wenn dies als ein Fehler betrachtet wird, so kann man zu dessen Vermeidung das Bild auf ein gebogenes Kartenblatt aufziehen oder um einen Glascylinder herumlegen und mit einem Diaphanoscop betrachten, wobei das Auge sich im Mittelpunkte des Cylinders befindet.

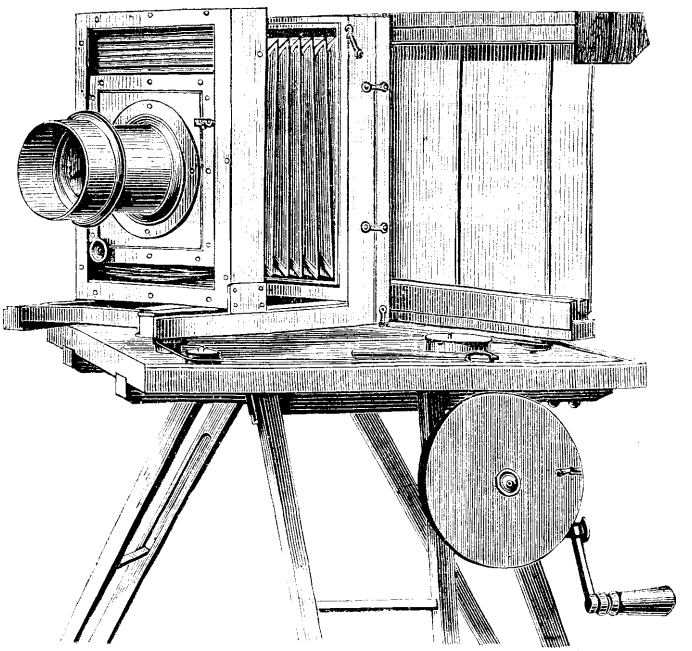


Fig. 799. Liesegang's Rotations-Apparat.

Sutton's Apparat, welcher 1861 der Londoner photographischen Gesellschaft vorgelegen hatte[1]), konnte sich, obschon der Optiker Ross ihn verbesserte, der vielfachen Constructions-Schwierigkeiten halber keinen Eingang verschaffen.

Dr. Liesegang in Düsseldorf hat den Panorama-Apparat wesentlich verbessert[2]). Unter dem Namen „Rotations-Apparat" construirt derselbe eine um eine Achse drehbare Camera, deren Cassette sich gleichzeitig während der durch eine Kurbel bewirkten Drehung auf Räderchen seit-

1) Phot. Corresp. Bd. 2, S. 126.

2) Schnauss, Photogr. Lexicon. 1882. S. 322.

lich schiebt. Vermöge eines senkrechten engen Spaltes, der zwischen Camera und Cassette angebracht ist, und des Balg-Auszuges der ersteren lässt sich jedes beliebige Objectiv für diesen Apparat benutzen, da nur der mittlere Theil der Lichtstrahlen zur Wirkung kommt. Gleichzeitig wird durch den Spalt auch die Krümmung der horizontalen Linien des Bildes verhindert. In Fig. 790 ist dieser Apparat abgebildet.

K. Glatter in Leitomischl beschrieb 1887 eine Panorama- und Gruppen-Camera, welche eine Vervollkommnung des „Rotations-Apparates" ist (s. Phot. Corresp. 1887. S. 401, mit Figur).

Schliesslich ist noch Fr. Aug. Chevalier's Panorama-Apparat[1]) zu erwähnen, welcher auf einer runden, horizontalen, sich um ihren Mittelpunkt drehenden Platte das Bild dadurch entwirft, dass sich über ihr ein rotirendes Linsensystem befindet. Das letztere projicirt die Landschaft mittels eines Reflexions-Prismas auf die horizontale Platte in kreisförmiger Anordnung. Von einem gegebenen Punkte können die Winkel der Entfernung von Bildpunkten gemessen werden, so dass der Apparat als photographischer Messtisch dienen kann. Auf derartige Constructionen nahm Chevallier 1858 und 1864 englische Patente[1]); gegenwärtig sind sie kaum mehr in Anwendung.

Eine wesentliche Verbesserung der Panorama-Camera geschah durch die Anwendung von Films. Eine solche Camera mit Roll-Films construirte Stebbing in Paris (1885)[2]); sie ist in Fig. 791 und 793 abgebildet.

---

1) Abridgements of Specifications relating to Photography. 1861. Bd. 1, S. 112 und 1872. Bd. 2, S. 105. Auch De Roth, Neueste Fortschr. d. Photogr. 1868. S. 31. Das Bild des visirten Gegenstandes, welches durch die Linse einer um eine verticale Achse drehbaren Camera erzeugt wird, fällt beim ältern Apparat auf eine verticale stehende, um eine horizontale Achse drehbare, kreisrunde Platte, welche mit empfindlichem Collodion überzogen ist. Ein Räderwerk bewirkt, dass der Drehungswinkel von Platte und Camera stets übereistimmt. Man braucht also nur die Bilder zweier beobachteten Gegenstände auf der kreisrunden Scheibe mit dem Mittelpunkte des Kreises zu verbinden, um den Winkel zu erhalten, welchen die beiden vom Beobachtungspunkte nach den zwei Objecten gezogenen Linien miteinander bilden. Auf dem Deckel des Apparates steht ein Fernrohr, welches zur Einstellung des Camera-Objectivs auf die Signalpunkte diente. — Später hat Chevalier die Einrichtung dahin modificirt, dass ein Prisma das Licht auf die feststehende Bodenplatte wirft, auf welcher auf einem kreisförmigen Rande, der die Drehungsachse vertritt, die Camera steht. Durch diese Aenderung wird unmittelbar auf der Bodenplatte ein richtiges Messtischbild erhalten. — Der französische Lieutenant Ed. Paté hat in seiner Schrift „Application de la Photographie à la topographie militaire". Paris. 1862 die Anwendbarkeit des Messtisches dargethan und durch einen danach angefertigten Plan von Arras documentirt.

2) Vidal, Manuel du touriste photogr. 1885. S. 135.

Dieser Apparat besteht aus einer gewöhnlichen Camera, aber mit festem Focus; sie ist ohne Auszug.

Da sich das Bild immer auf derselben, ungefähr 11 cm von der Linse oder Objectiv O entfernten Fläche bildet, wird dieses so eingerichtet, dass sich alles genau 5 m vor der Camera vorüberbewegt.

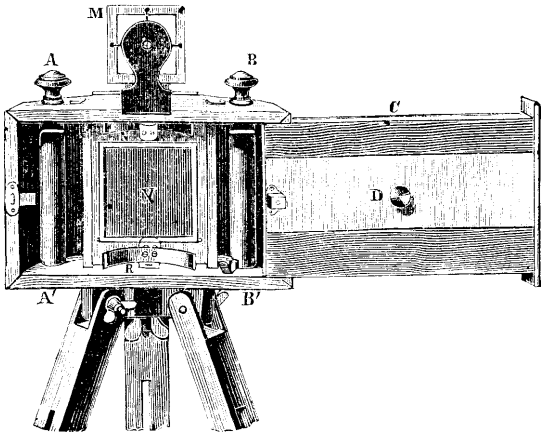


Fig. 791.

Es ist der alte (selbstthätige) Apparat von Bertsch, aber von M. Stebbing sehr glücklich vervollkommnet. Statt einfache oder doppelte, die empfindlichen Häutchen tragende Rahmen anwenden zu müssen, braucht man für die Reise nur eine Rolle, die hinter der Camera auf der einen, z. B. der linken Seite von der die Stelle der Mattscheibe vertretenden Glasplatte angebracht ist, mit einem sehr langen, auf ca. 50 bis 60 Aufnahmen berechneten, Häutchen zu bedecken. Man befestigt zu dem Zwecke das eine Ende desselben mit Hilfe eines langen Messers in einem auf der Rolle AA' angebrachten Falz und dreht den Knopf A, bis der ganze Streifen mit Ausnahme eines der hinteren Breite des Apparates entsprechenden Stückes sich aufgerollt hat. Dieses führt man nach der Rolle rechts BB', befestigt es am Ende ebenso wie bei AA' und dreht AA' soweit zurück, dass der Streifen vollkommen gespannt ist.

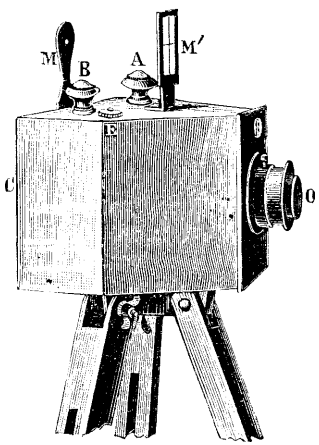


Fig. 792.

Der mittlere Theil desselben geht hinter einer geschliffenen Glasplatte durch und muss gerade die hintere Oberfläche derselben berühren, bevor ein Negativ geliefert werden kann.

Ein kleines, mit Tuch überzogenes Brettchen wird hinter dem Streifen in die Stellung gebracht, welche derjenigen der Glasplatte entspricht, und berührt die beiden Federn RR'.

Jetzt schiebt man das Brett C vor und dreht den Knopf der Schraube D in die Mitte desselben soweit wie möglich. Dadurch wird das kleine bewegliche Brettchen getroffen und das Häutchen gegen die Scheibe gedrückt. Die Aufnahme geschieht durch Enthüllung des Objectivs, und dann geht man zu einem zweiten Abschnitt des endlosen Streifens über: Man lockert zuerst Knopf D wieder und dreht BB' um einen Abschnitt. Ein Geräusch, hervorgebracht durch das Abschnappen einer Feder im Innern, zeigt den Augenblick an, wo sich der Streifen auf BB' um eine Bildbreite aufgerollt hat. Zugleich bohrt eine auf BB' angemessen angebrachte Nadel ein Loch durch den Streifen. Die Aufnahmen werden sich also bei der Abwicklung zwischen diesen aufeinander folgenden Löchern vorfinden.

Ein neuer Druck auf den Knopf D: Eine neue Aufnahme ist fertig und so fort.

Da keine Einstellung auf das Object stattfinden kann, so findet man den Mittelpunkt des wiederzugebenden Bildes durch Umrahmung mit Hilfe des Visirs M und des Rahmens M', die beide mit Scharnieren versehen und oben in der Mitte bezw. hinter der Camera angebracht sind. Das Visir M ist eine schwarze, rundliche Platte mit kleiner Oeffnung; ein gewöhnliches Diaphragma.

Der Rahmen M' wird in der Mitte von 2 sich rechtwinklig kreuzenden Fäden durchschnitten.

Der Schnittpunkt derselben liegt in der Centrumsachse des Visirs M, und die Entfernung von M bis M' wird so eingerichtet, dass das gesammte, von dem Rahmen eingeschlossene Bild gerade das ist, das man auf dem Negativ haben will, dessen Mittelpunkt demnach mit dem durch das Visir am Schnittpunkt der Fäden gesehenen Gegenstande zusammenfallen wird.

Die Vortheile dieses Apparates sind ganz bedeutend: Erstens nimmt er einen sehr geringen Raum ein im Verhältniss zu der Zahl der aufeinander folgenden Negative, die man — lediglich durch die durch unsere Abbildung erläuterte Camera — erzielen kann.

Dieselbe ist an der breitesten Stelle, nämlich an der Hinterwand, 18 cm breit, hat 14 cm Tiefe und 11 cm Höhe.

Sie wiegt mit Einschluss ihres empfindlichen Streifens und der Kapsel, in welcher man sie an einem über die Brust laufenden Riemen wie einen Krimstecher auf der Reise tragen kann, kaum 1 kg.

Was das Stativ betrifft, so genügt ein Spazierstockgestell, wie man es jetzt ganz ausgezeichnet und dauerhaft herstellt. Dasselbe wird wie ein gewöhnlicher Spazierstock gehandhabt und bietet im Augenblick einer Aufnahme eine sehr feste Unterlage.

Die Streifen können in kleinen, für das Licht undurchdringlichen Etuis in der Reisetasche mitgeführt werden, ebenso eine kleine Laterne mit rothem Glas. Sobald man einen Streifen aufgebraucht hat, nimmt man ihn ab, ersetzt ihn durch einen neuen und steckt den mit den Aufnahmen bedeckten an Stelle des eben eingelegten in die Büchse. Ist man zurückgekommen, so trennt man die Negative in Abtheilungen von 4—6 Stück an den durch die Stiche angedeuteten Stellen.

Ein Zähler mit Sperrhaken kann bequem an die Rolle BB' angepasst werden, so dass man ihn in T sieht, damit auf automatischem Wege die Zahl der schon aufgenommenen Ansichten festgestellt wird und man weiss, wie viele noch aufzunehmen bleiben, bevor man zu einem neuen Streifen übergeht.

Im Jahre 1889 griff Oberst Moëssard wieder auf das bereits von Martens (1854) angegebene Princip, zur cylindrisch gekrümmten photographischen Platte. Durch die in der neueren Zeit gemachte Erfindung der biegsamen „Films“ (d. h. Gelatine-Emulsionsschichten auf Collodion-, Celluloid- oder anderen biegsamen Unterlagen[1]) machte diese Krümmung der empfindlichen Schichte, an deren schwieriger Ausführung Martens vor 35 Jahren gescheitert war, keine Schwierigkeiten mehr. Zugleich verbesserte Moëssard die mechanische Ausführung des Apparates und brachte einen Momentverschluss an, so dass gegenwärtig die Herstellung

1) S. dieses Handbuch. Bd. III.

von Panorama-Moment-Aufnahmen in einer Länge von 30 bis 150 cm (Gesichtsfeldwinkel bis 170 Grad) keine Schwierigkeit mehr bietet. In dieser Hinsicht ist der von Fouvel in Paris erzeugte Moëssard'sche sogenannte „Cylindrographe", eine gute Construction.

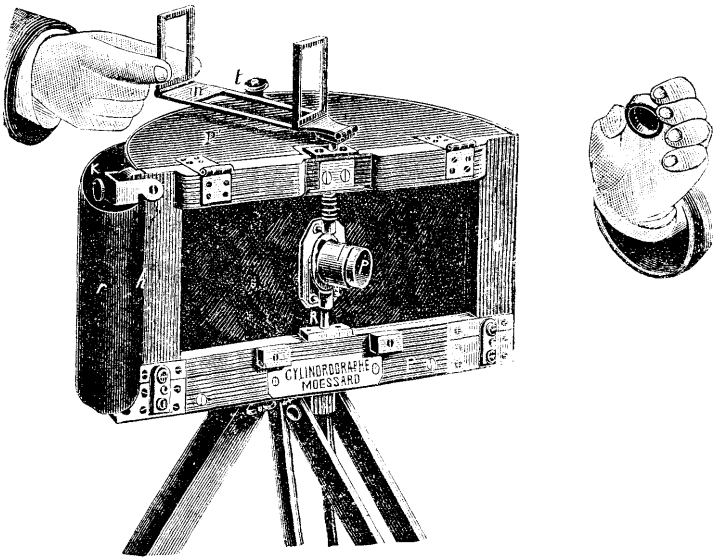


Fig. 793.

Die äussere Ansicht zeigt Fig. 793. Das Objectiv P ist um die verticale Achse R drehbar und mittels faltigen Kautschukstoffes mit dem Rahmen C verbunden. Die Drehung erfolgt mittels der Kurbel m (mit Visirrahmen). Die Cassette ist aus biegsamem Carton erzeugt und schliesst die Film ein. Während der Aufnahme wird sie in die Form von Fig. 794 gebogen. Die Belichtung erfolgt, indem sich ein Schlitz unmittelbar vor der empfindlichen Schicht vorbeibewegt und zwar wird derselbe von derselben Kurbel (m) gedreht, welche das Objectiv im selben Sinne dreht. (Näheres s. Moëssard, „Le cylindrographe". 1889. Paris, bei Gauthier-Villars.)

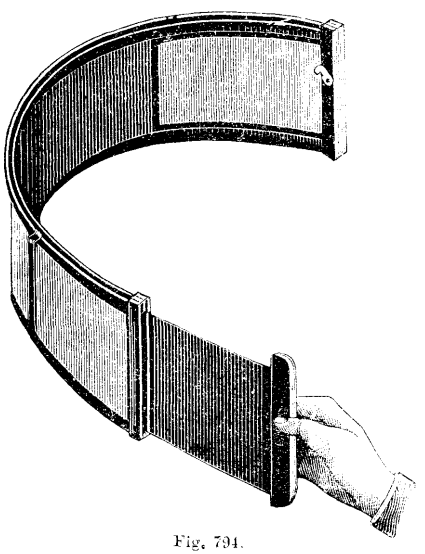


Fig. 794.

Einen originellen Panorama-Apparat construirte C. Damoizeau im Jahre 1891 unter dem Namen „Cyclographe“ [1]). Derselbe gestattet eine Aufnahme des ganzen Horizontes von 360 Grad. Bei demselben bewegt sich der ganze Apparat auf einem runden Metalltische; das Bild wird auf einer schmalen biegsamen Film aufgefangen, welche sich im entgegengesetzten Sinne abrollt als sich die Linse dreht. Dadurch wird derselbe Effect erzielt, als ob das Panorama-Bild auf einer gekrümmten stabilen Film aufgenommen wurde. Die Bewegung der Film in der Rollcassette wird durch einen Führungscylinder bewirkt, welcher seinerseits durch ein unter der Cassette befindliches Uhrwerk gedreht wird. Dieses setzt auch durch ein Frictionsrad die Camera in Drehung, Fig. 794a. Zwei andere Räder unter der Camera sichern dieser das Gleichgewicht. Da ein und derselbe Mechanismus die durch Berechnung im Voraus bestimmte verschiedene Bewegung der Bildhaut und der ganzen Camera gleichzeitig bewirkt, sind die Bilder von grosser Schärfe.

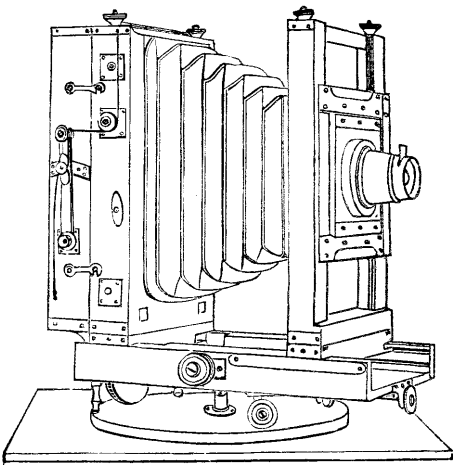


Fig. 795. Damoizeau's Cyclographe.

Die grössten Schwierigkeiten hatte Damoizeau in der genauen Bestimmung der Lage des Drehpunktes des Apparates; war dieser einmal bestimmt, so konnten durch eine einfache Einrichtung die gefundenen Beziehungen zwischen zweitem Hauptpunkt und Drehungsachse einerseits, und zwischen Drehungsachse und Focalebene andererseits, auch bei einem Wechsel des Objectivs leicht eingehalten werden.

Der auf der Bildhaut sich projicirende Bildtheil wird durch zwei undurchsichtige Schirme begrenzt, welche einen variablen Streifen der Bildhaut freilassen. Die Regulirung der Breite der Bildstreifen wird im Innern des Apparates vorgenommen. Der Verschluss des Objectivs wird durch einen einfachen Mechanismus automatisch im Anfange der Bewegung geöffnet und am Schlusse der Bewegung geschlossen. Ein auf dem Führungscylinder der Bildhaut angebrachtes Zählwerk gestattet jeden Augenblick abzulesen, wie viel Bildhaut noch zur Verfügung steht.

1) Le Cyclographe de Damoizeau. Paris 1891. Bull. Soc. franc. Phot. 1891. S. 42. Phot. Corresp. 1891. S. 183.

Nachdem das Panorama aufgenommen, wird die Bildhaut durchstochen, so dass man hierdurch Anhaltspunkte beim Schneiden erhält. Das Einstellen wird mit einer schmalen Camera vorgenommen, welche seitwärts am Apparate befestigt wird; man schiebt das Objectiv vor die schmale Camera, stellt ein und schiebt das Objectiv an seine frühere Stelle zurück. Der Apparat gibt mit einem Objectiv von 25 cm Brennweite Bilder von 1×17 m, mit einem von 50 cm Brennweite Bilder von 3×14 m Länge. Das Interessante bei diesem Apparate ist, dass nach Regulirung der Lage des Drehpunktes für jedes Objectiv die Bildhaut sich der Brennweite des Objectives entsprechend auch abrollt. Fig. 795a zeigt bei *H* die Rollcassette (geöffnet); *G* ist die Leitrolle, welche die Film gegen den Camera-Spalt drückt. *F* ist das Rad, welches während der Drehung der Camera auf dem Tische *V* die Rollcassette in Bewegung setzt. Bei *E* wird das Scharfeinstellen vorgenommen. — Näheres ist in Damoizeau's Broschüre „Cyclographe" (Paris 1891) und in Eder's Jahrbuch für Photographie für 1893" mitgetheilt.

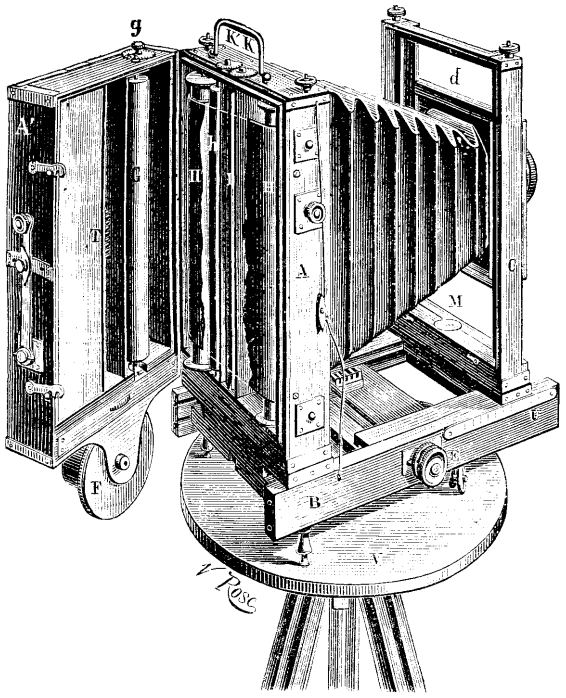


Fig. 795a.

ACHTUNDZWANZIGSTES CAPITEL.

DIE STEREOSCOP-CAMERA.

Bei der Stereoscop-Camera handelt es sich um die Herstellung von zwei unter gewissen Bedingungen nebeneinander befindlichen Photo-

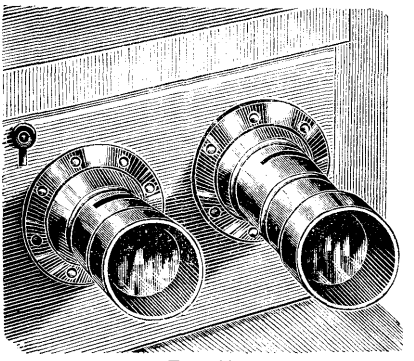


Fig. 796.

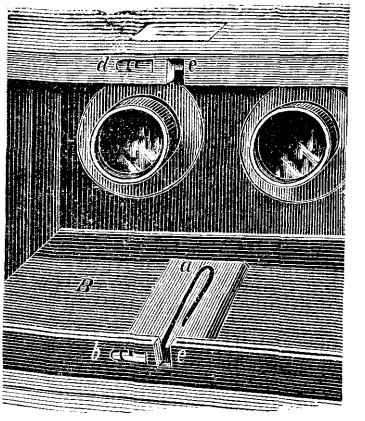


Fig. 797.

graphien, welche ungefähr um die Distanz der menschlichen Augen von einander entfernt sind. Dieselben sind zur Erzeugung von Stereoscopbildern bestimmt, welche bei Besichtigung in geeigneten Apparaten den Eindruck des Reliefs, der Körperlichkeit machen. Hier sollen die zur Herstellung derartiger Bilder erforderlichen Apparate zunächst beschrieben werden.

Für gewöhnlich bedient man sich einer Stereoscop-Camera mit zwei Objectiven, wie sie bereits in Fig. 206 und 207 (S. 280 dieses Bandes) abgebildet wurden. Für Gruppen-, Moment-, Porträt-Aufnahmen und

im Allgemeinen für näher gelegene Ansichten bringt man die zwei Objective an der Camera in den beiläufigen Entfernungen von 6,5 bis 9 cm an und zwar an einem Objectivbrette. Fig. 796 und 797.

Beim Arbeiten mit zwei Objectiven muss das Innere der Camera durch eine Scheidewand getrennt werden, damit die beiderseitigen Bilder

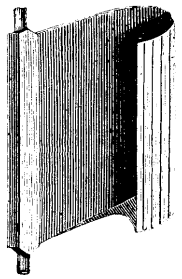


Fig. 798.
Jalousie-Schieber.

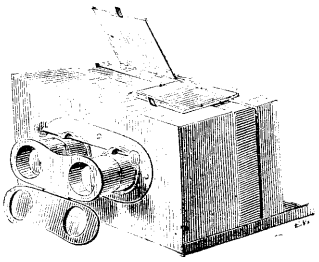


Fig. 799.

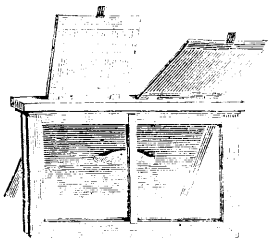


Fig. 800.
Stereoscop-Camera.

nicht ineinander übergreifen. Bei sogenannten „Kasten-Cameras" besteht die Scheidewand aus zwei nebeneinander laufenden Brettchen oder aus einem Faltenbrettchen. Fig. 798, welches in den Spalt *a* (Fig. 797) eingeschoben wird und sich beim Zusammenschieben der Camera bei *a* umlegt.

Fig. 799 zeigt eine kleine Stereoscop-Camera, welche die Form einer Kasten-Camera hat und bei welcher die Cassette für die Doppel-Auf-

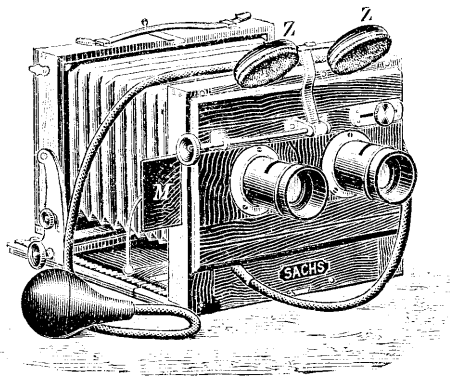


Fig. 801. Stereoscop-Camera mit Momentverschluss.

nahme eingerichtet ist (Fig. 800). Allerdings pflegt man meistens den Cassettenschieber aus einem Stücke zu machen, obschon die Verwendung zweier Schieber mitunter vorgezogen wird, da man dadurch im Stande ist, sowohl die eine Plattenhälfte für sich allein, als auch beide zusammen, zu belichten.

Häufig fertigt man die Stereoscop-Camera mit einem Balg-Auszuge an (Fig. 801), wobei entweder zwei Blasebälge nebeneinander sich befinden oder ein grösserer Balg durch eine analoge Zwischenwand getrennt ist. Fig. 802 zeigt ein von Hare im Jahre 1860 construirtes Modell der „binocularen Camera"

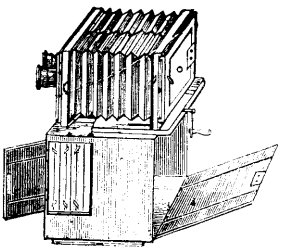


Fig. 802.

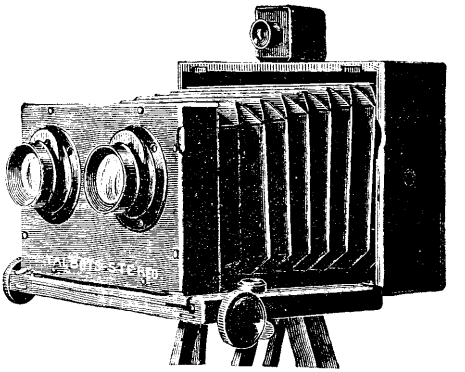


Fig. 803.

Stereoscop-Camera.

sammt Aufbewahrungskasten für Camera und Cassetten. (Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1860 Bd. 1, S. 190.)

Fig. 803 stellt eine moderne Stereoscop-Camera mit Balg von Talbot in Berlin dar, welche sowohl für Moment-, als Zeit-Aufnahmen eingerichtet ist.

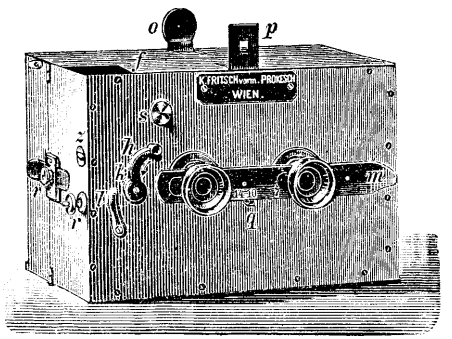


Fig. 804.

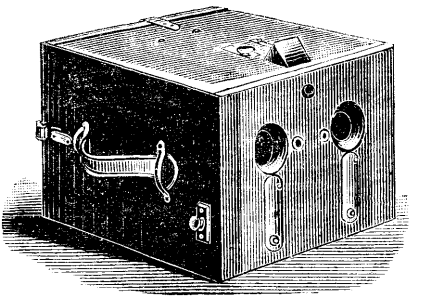


Fig. 805.

Stereoscop-Camera.

K. Fritsch's Stereoscop-Hand-Camera (Fig. 804) besteht aus zwei in einander verschiebbaren Kästen, mit Sucher (*op*), Schieber-Momentverschluss (*q*) und ist für Moment- und Dauer-Aufnahmen eingerichtet. Auch Steinheil u. A. bringen solche Cameras in den Handel (s. o.).

Es braucht keiner weiteren Erwähnung, dass die „Detectiv-Cameras" mit fixer Einstellung gleichfalls für Zwecke der Stereoscop-Photographie

verwendet werden, wie z. B. Fig. 805 andeutet (Krügener's Stereoscop-Hand-Camera).

Auch eine von Stroh (Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1889. S. 291) construirte Stereoscop-Camera (Fig. 806 und 807) besitzt keinen Auszug;

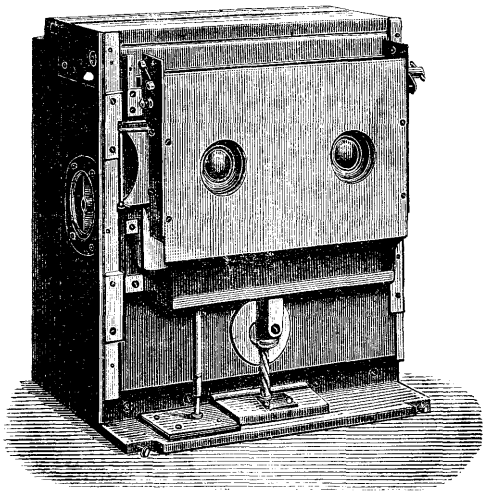


Fig. 806.

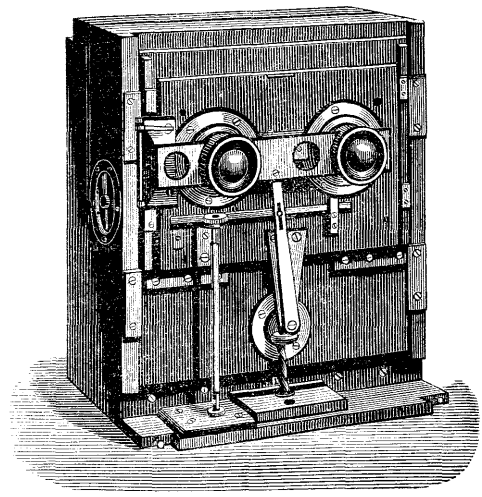


Fig. 807.

Stereoscop-Camera.

sie vermag in ihrem oberen Theile in schmalen Nuthen 8 empfindliche Platten aufzunehmen, welche (ähnlich wie bei Krügener's Moment-Camera) nach erfolgter Exposition in den unteren Raum gezogen werden können. Die Blenden gehen zusammenhängend durch beide Objective.

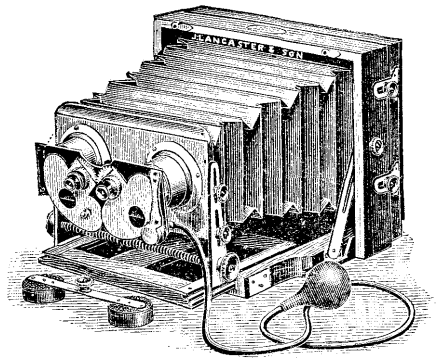


Fig. 808. Stereoscop-Camera.

Die Auslösung von Objectiv-Verschlüssen bei Stereoscop-Cameras soll gleichzeitig bei beiden Objectiven erfolgen. Solche Vorrichtungen wurden bereits auf S. 280 dieses Werkes erwähnt.

Rotirende Momentverschlüsse werden z. B. mittels Zahnräder in Verbindung gebracht, wie bei der in Fig. 808 abgebildeten englischen Stereoscop-Camera Lancaster's (nach E. Buchmann, Breslau).

Fig. 809 zeigt die Einrichtung dieses Momentverschlusses genau.

Stroh benützt Rollschieber (Fig. 605), deren Einrichtung bei analogen Constructionen auf S. 317 beschrieben wurde. Diese Momentverschlüsse lassen verschiedene Varianten zu.

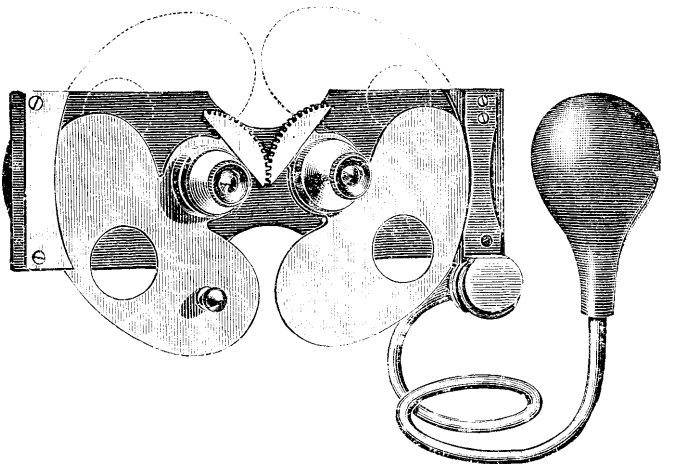


Fig. 809. Momentverschluss für eine Stereoscop-Camera.

Bei einer zweiten Art von Stereoscop-Cameras kann man die Objective zwei von einander auf viel grössere Distanzen als die Augendistanz entfernen, wodurch sich gewisse Vortheile bezüglich der stereoscopischen Wirkung ergeben (s. u.). Man stellt wohl auch zwei identische Cameras in einiger Entfernung neben einander auf, wie Fig. 810 anzeigt, und richtet beide Apparate auf denselben Punkt oder verwendet nur ein einziges Objectiv und eine Camera, welche in derselben Weise,

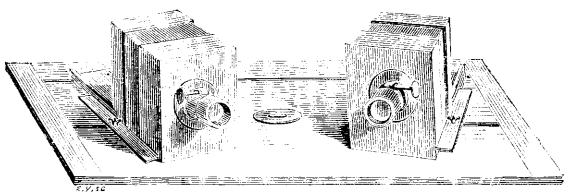


Fig. 810. Stereoscop-Camera.

wie Fig. 810 andeutet, einmal auf der rechten, das andere Mal auf der linken Seite des Brettes aufgestellt wird. Diese Art der Aufstellung gestattet natürlich keine Moment-Aufnahmen und die Doppelbilder fallen nicht immer vollkommen correspondirend aus. Bei dieser Art der Aufnahmen erhält man zwei getrennte Negative, wenn man nicht eigens construirte Cassetten verwendet, welche analog den Multiplicatoren (s. S. 439)

construirt sind. Diese Einrichtung ist in Fig. 811—813 dargestellt. Man schiebt die Cassette seitlich ein; an der oberen Leiste ist eine Feder angebracht, welche die bis in die Mitte geschobene Cassette festhält. Wenn das Bild aufgenommen ist, macht ein Druck auf diese Feder das Verschieben der anderen Hälfte der Cassette möglich, auf welche das zweite Bild aufgenommen wird.[1])

Eine bereits im Jahre 1857 beschriebene, jedoch selten verwendete Form der Stereoscop-Camera zeigt Fig. 814. Das Bodenbrett besteht aus *abcd*, trägt an einem

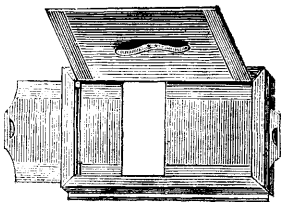


Fig. 811.

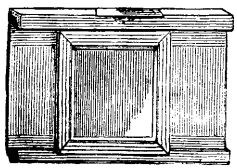


Fig. 812.
Stereescop-Camera.

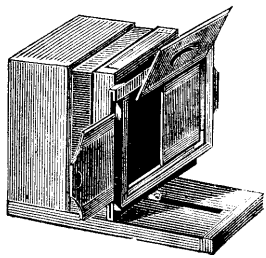


Fig. 813.

Ende (bei *f*) die Camera; am Metallringe des Stativs (bei *e*) ist das Bodenbrett befestigt. Man stellt eine Aufnahme her, während die Camera sich bei *bd* befindet, dreht dann das Bodenbrett um *e* im Halbkreise, bewegt die Camera um *f* und richtet sie gegen den zu photographirenden Gegenstand (Journ. Phot. Soc. London 1857. S. 24).

Die Plattengrösse für Stereoscop-Cameras (Doppelbild) beträgt in der Regel 9×18 cm bis 10×18 cm. Die Breite eines einzelnen Bildes beträgt meistens 65 mm; jedoch sind auch grössere Formate in Verwendung (ca. 75 mm). Zur richtigen Herstellung der fertigen Stereoscopbilder ist erforderlich, dass die einzelnen Bilder („Halbbilder") in einem Stereoscope betrachtet werden, deren Focus gleich dem Focus der Aufnahme-Objective ist und dass ferner die Distanz der Achsen der Oculare am Stereoscope, gleich der Entfernung zweier correspondirender Punkte, in den Halbbildern gleich ist.

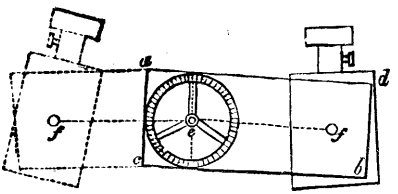


Fig. 814. Stereoscop-Camera.

In der Praxis ist aber diesen Anforderungen selten entsprochen.

Am Internationalen Photogr. Congresse in Brüssel (1889) wurde bestimmt, dass die Distanz der beiden Stereoscop-Objective um 65—90 mm

1) Mittels dieser und ähnlicher Vorrichtungen kann man die Stereoscopbilder derartig auf das Glasnegativ bringen, dass das schliessliche Zerschneiden der Platte überflüssig wird.

schwanken kann und dass das Normalmass der zwei Bilder 66 mm mit 4 mm Zwischenraum zwischen den zwei Bildern sei.[1])

Bei Porträten und nahe gelegenen Objecten nimmt man die Distanz der beiden Objective in der Regel circa 70 cm, und in dieser Weise sind die Porträt-Moment-Apparate, welche mit einer Doppel-Camera ausgerüstet sind, construirt. Landschaften, bei denen der Vordergrund nicht über 8—10 m entfernt ist und welche man mit einer einzelnen verschiebbaren Camera von zwei Standpunkten aufnimmt, können mit grösseren Objectiv-Distanzen (z. B. 30—40 cm) aufgenommen werden; für Fernsichten wählt man noch grössere Distanzen (bis circa 1 m) bei den beiden Einzel-Aufnahmen. Nimmt man die Länge für nahe Gegenstände zu gross, so erscheinen sie übertrieben plastisch, sogar verzerrt und geben eine ganz falsche Vorstellung über die Grössenverhältnisse und Distanzen der photographischen Ansicht.

Den Druck der Positive betreffend, empfiehlt Stroh mit Hilfe des Diamanten, unter Benutzung des in Fig. 815 abgebildeten Hilfs-

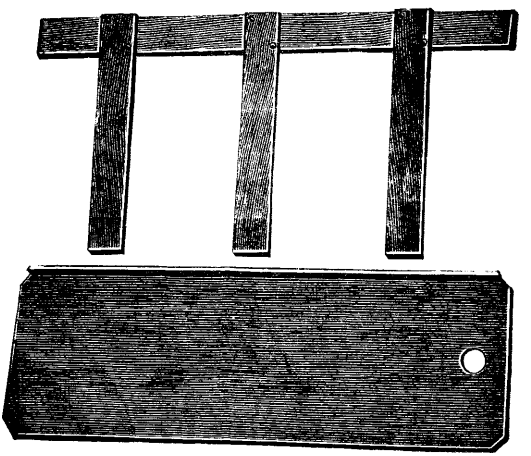


Fig. 815. Apparat zum Schneiden von Stereoscop-Platten.

werkzeuges, eines metallenen dreifachen Lineals, das Negativ durch drei längs der parallelen und gleichweit von einander abstehenden Kanten geführte Schnitte in zwei Theile zu schneiden, welche in Bezug auf rechts und links miteinander vertauscht und fest aneinandergelegt in dem eigens hierfür construirten Copirrahmen, Fig. 816, unverrückbar durch

1) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1892. S. 289.

Metallschieber festgehalten werden [1]) und nun den Druck von beliebig vielen Doppelbildern gestatten, welche ohne weitere Manipulation, also ohne Zerschneiden und Vertauschen, aufgeklebt werden können.

Die parallelen Schnitte mit dem Diamanten sind selbstverständlich so zu führen, dass der mittlere das Doppelbild halbirt und die Schnittrichtung der Richtung entspricht, welche Verticallinien im Bilde einnehmen.

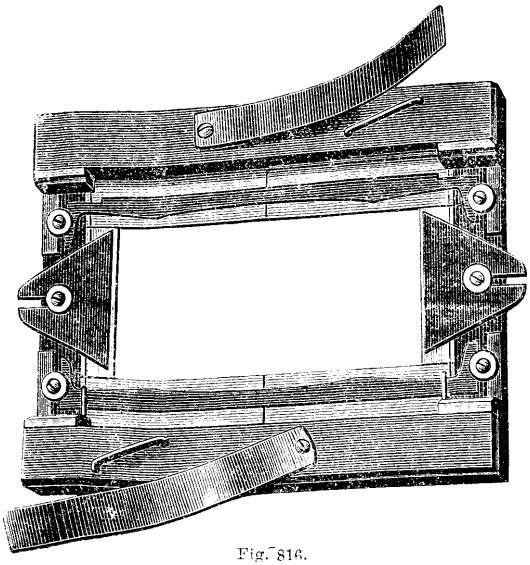


Fig. 816.
Copirrahmen für Stereoscop-Platten.

Die gegenseitige Entfernung der parallelen Kanten des Hilfswerkzeuges, längs welcher die Schnitte geführt wurden, entspricht der Breite, welche die Halbbilder erhalten.

Die Bedingungen der richtigen Anwendung des Stereoscopes und der correcten Aufnahme der Stereoscopbilder studirte am genauesten Prof. Steinhauser in Wien.[2]) Er betont die Nothwendigkeit, die Aufnahme stereoscopischer Bilder nach einheitlicher Methode vorzunehmen, damit ein der allgemein angenommenen Aufnahmsmethode entsprechendes Brewster'sches Stereoscop berechnet und construirt werden könnte, welches in seinen Bestandtheilen nur sodann noch kleine Veränderungen zuzulassen hätte, die wegen der Verschiedenheit der einzelnen Beschauer und eines anderen, später zu erörternden Grundes nothwendig wären.

Zur Erreichung dieses Zweckes stellte Prof. Steinhauser folgende Anforderungen:

---

1) Oder man klebt die beiden Hälften des Glasnegativs mit Wachs auf eine Glasplatte.

2) A. Steinhauser, „Ueber die grammetrische Construction der Stereoscopbilder". 1870; Eder's Jahrbuch f. Phot. 1887. S. 237.

1. Alle Stereoscopbilder sollen mit Objectiven von gleicher (aequivalenter) Brennweite (etwa 15 cm) erzeugt werden.

2. Alle Stereoscophalbbilder sollen aneinanderstossend aufgeklebt, eine gleiche Breite (von etwa 75 mm) erhalten, damit in allen Stereoscopbildern die Bilder des Hauptpunktes (d. h. die Bilder des in der Mitte der Aufnahme liegenden Objectivpunktes) den gleichen Abstand erhalten; derselbe stimmt offenbar mit der Breite der Halbbilder (75 mm) überein.

3. Auch die Entfernung der beiden Objectivmittelpunkte soll bei allen Aufnahmen immer gleich (etwa 80 mm) genommen werden. Ist dies aber, wegen zu grosser Entfernung des Objectives, nicht thunlich, so wäre die Grösse dieser Entfernung, wenigstens näherungsweise, auf der Rückseite des Bildes anzugeben.

4. Die Entfernung des Hauptpunktes soll näherungsweise auf der Rückseite des Bildes angegeben werden.

5. So lange eine Einigung bezüglich der Brennweite der Objective nicht erfolgt ist, oder wegen des Vorhandenseins von Apparaten, welche der festgestellten Brennweite nicht entsprechen, Bilder mit Apparaten von verschiedenen Brennweiten erzeugt werden, ist es endlich noch wünschenswerth, dass die aequivalente Brennweite des verwendeten Objectives am Bilde angegeben werde.

Motivirung dieser Anforderungen.

Die einzelnen Bestimmungsstücke des Brewster'schen Stereoscopes sind:

1. Die Höhe des Kastens, resp. die Entfernung der Linsenstücke von der Bildfläche.

2. Die Brennweite der Linsen, von denen Stücke (etwa Hälften) verwendet wurden.

3. Die Entfernung der optischen Mittelpunkte beider Linsen, von denen Stücke Verwendung fanden.

In der nun bereits mehrmals citirten Abhandlung wurde nun nachgewiesen, dass, wenn die Stereoscopbilder im (Brewster'schen) Stereoscope besichtigt, einen der Natur vollkommen entsprechenden Eindruck machen sollen:

1. die Höhe H des Stereoscopkastens genau der Brennweite P des Objectives gleich sein soll, mit welchem die Aufnahme erfolgte. Der mathematische Ausdruck hierfür lautet: $H = P$. Es ergibt sich hieraus die Nothwendigkeit, dass, sofern die Dimensionen des Sterescopes ein- für allemal fixirt werden sollen, umgekehrt nur Objective von jener Brennweite benutzt werden sollen, welche der allgemein angenommenen Stereoscopkastenhöhe gleicht,

2. die Brennweite p der Linsen, von denen Stücke im Stereoscope verwendet werden sollen, von der Kastenhöhe $H = P$, sowie von der deutlichen Sehweite a des Beschauers abhängt.

Ist die Kastenhöhe ein- für allemal fixirt, und macht sich jeder Beschauer durch Benutzung von passend gewählten Brillen normalsichtig, sofern er es nicht von vorneherein wäre, so kann ein- für allemal für die gewählte Kastenhöhe H und die normale Sehweite von 25 cm die erforderliche Brennweite der Stereoscoplinsen nach der Formel $p = \frac{25 \times H}{25 - H}$ berechnet werden, worin wieder $H = P$ die in Centimetern ausgedrückte Kastenhöhe (resp. Objectivbrennweite) bedeutet. Unter der Annahme, dass Objective von $P = 15$ cm Brennweite ausschliesslich zur Verwendung kämen, betrüge die Kastenhöhe H desgl. 15 cm und erhielte man für die Stereoscoplinsen nach der Formel eine Brennweite von $a = \frac{25 \times 15}{25 - 15} = 37{,}5$ cm. Für den Beschauer, dessen deutliche Sehweite nicht 25, sondern a cm betrüge, wäre $p = \frac{a \times H}{a - H}$,

3. die Entfernung A, in welcher sich die optischen Mittelpunkte beider Stereoscoplinsen befinden sollen, hängt ab von:

a) der Breite b der Halbbilder,

b) der gegenseitigen Entfernung e beider Augen des Beschauers,

c) der Entfernung d beider Objectivmittelpunkte,

d) der Brennweite $P = H$ des benutzten Objectives,

e) der Entfernung E des Objectives vom Aufnahmsorte, präciser definirt: der Entfernung des Hauptpunktes der Aufnahme vom Aufnahmsstandpunkte.

Der mathematische Ausdruck hierfür lautet:

$$A = e + \frac{25\ (b - e)}{25 - P} + \frac{25\ d\ P}{100\ E\ (25 - P)},$$

wo die Zahl 25 durch a zu ersetzen wäre, wenn das Stereoscop für einen Beschauer zu construiren sein würde, welcher nicht normalsichtig ist, auch durch Brillen nicht dazu gemacht wurde, sodann eine deutliche Sehweite von a cm besitzt. In die Formel wären e, b und d in Millimetern, P und event. a in Centimetern, endlich E in Metern ausgedrückt, einzusetzen.

Sind nun, wie gewünscht wurde, bei allen stereoscopischen Aufnahmen nach einheitlicher Methode die Bildbreiten b alle gleich, und stimmen ebenso überein die Entfernungen d der Objectivmittelpunkte, endlich auch die Brennweiten $P = H$ der Objective so hängt die Entfernung, in welche die optischen Mittelpunkte der Linsen (Stücke) zu stellen wären, laut Formel nur mehr ab von der Augenentfernung e des jeweiligen Beschauers und der Entfernung E des jeweiligen Objectes vom Aufnahmsorte. Es lässt sich nun leicht nach der für A angegebenen Formel eine kleine Tabelle berechnen für die Entfernung A der Stereoscoplinsenmittelpunkte mit Rücksicht auf die verschiedenen Augenentfernungen e und Objectiventfernungen E, wenn für die übrigen einflussübenden Grössen b, P und d unveränderliche Werthe ein- für allemal fixirt wurden.

Unter der Annahme, dass allgemein die Halbbilder eine Breite von $b = 75$ mm, die Objectivmittelpunkte eine Distanz von $d = 80$ mm erhielten, sowie dass die Objective eine Brennweite von $P = H = 150$ mm besässen, erhält man nach der aufgestellten Formel die auf folgender Seite angegebene Tabelle für die Entfernung der Stereoscoplinsen-Mittelpunkte in Millimetern ausgedrückt.

Es ergibt sich nun hieraus, dass, sofern die durch das Stereoscop erhaltenen Eindrücke der Natur entsprechen sollen, die Distanz der Stereoscoplinsen innerhalb leicht bestimmbarer Grenzen variirbar sein soll, damit dieselbe, je nach der Augenentfernung e des Beobachters und der Objectentfernung E der Theorie, also den Werthen der Tabelle entsprechend, geregelt werden kann. Für eine Person von beispielsweise 63 mm Augendistanz und ein Bild, welches ein in einer Entfernung von 50 m vom Aufnahmsstandpunkte befindliches Object darstellt, wären nach der Tabelle die optischen Mittelpunkte der Stereoscoplinsen in eine Distanz von 93,6 mm zu stellen.

Es erklärt sich nun auch vollkommen, weshalb es nöthig ist, dass laut Punkt 2 die Stereoscopbilder alle gleich breit, laut Punkt 3 die Entfernung der Objectivmittelpunkte immer gleich gross sein, überdies nach Punkt 4 die Distanz des Objectes (Hauptpunktes) von der Camera näherungsweise angegeben werden soll.

Noch eines Umstandes muss Erwähnung gethan werden. Die Theorie zeigt, dass, wenn die Objectivmittelpunkte nicht in einer Entfernung von einander stehen, welche der Augendistanz (von circa 65 mm) gleich ist, sondern in einer grösseren, was aus bekannten Gründen oft nöthig wird, die Bilder im Stereoscope die Vorstellung von einem dem aufgenommenen Objecte geometrisch ähnlichen erwecken, welches aber

sovielmal kleiner und näher liegend erscheint, als die Augendistanz in der Distanz der Objectivmittelpunkte enthalten ist. Würde, was vielleicht zweckmässig wäre, als Distanz der Objectivmittelpunkt 80 mm statt 65 mm gewählt, weil bei 65 mm Distanz und grosser Objectentfernung die plastische Wirkung zu gering würde, wie dies ja auch beim directen Besehen entfernterer Objecte der Fall ist, so erschiene das Object im Stereoscope $\frac{80}{65}$ mal kleiner und näher als in der Wirklichkeit die in $\frac{65}{80}$ oder $\frac{13}{16}$ der natürlichen Grösse und Entfernung, was kaum sonderlich stören würde, um so weniger, wenn man sich in Kenntniss dieses Umstandes befindet.

Tabelle für die Entfernung der Stereoscoplinsen-Mittelpunkte in Millimetern ausgedrückt.

Entfernung Ed. Objectes in Metern.	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	100	∞
Augenentfernung e in Millimetern. 60	127,5	103,5	100,5	99,5	99,0	98,7	98,5	98,3	98,2	98,1	98,1	97,8	97,5
61	126,0	102,0	99,0	98,0	97,5	97,2	97,0	96,8	96,7	96,6	96,6	96,3	96,0
62	124,5	100,5	97,5	96,5	96,0	95,7	95,5	95,3	95,2	95,1	95,1	94,8	94,5
63	123,0	99,0	96,0	95,0	94,5	94,2	94,0	93,8	93,7	93,6	93,6	93,3	93,0
64	121,5	97,5	94,5	93,5	93,0	92,7	92,5	92,3	92,2	92,1	92,1	91,8	91,5
65	120,0	96,0	93,0	92,0	91,5	91,2	91,0	90,8	90,7	90,6	90,6	90,3	90,0
66	118,5	94,5	91,5	90,5	90,0	89,7	89,5	89,3	89,2	89,1	89,1	88,8	88,5
67	117,0	93,0	90,0	89,0	88,5	88,2	88,0	87,8	87,7	87,6	87,6	87,3	87,0
68	115,5	91,5	88,5	87,5	87,0	86,7	86,5	86,3	86,2	86,1	86,1	85,8	85,5
69	114,0	90,0	87,0	86,0	85,5	85,2	85,0	84,8	84,7	84,6	84,6	84,3	84,0
70	112,5	88,5	85,5	84,5	84,0	83,7	83,5	83,3	82,3	83,1	83,1	82,8	82,5

Aus diesem Grunde ist es nun, wie angeführt, auch wünschenswerth zu wissen, in welcher Distanz (näherungsweise) die beiden Objectivmittelpunkte standen, damit daraus entnommen werden kann, ob das Object in wahrer Grösse und Distanz oder verkleinert und angenähert erscheint.

Die in Punkt 5 angeführten Wünsche haben den Zweck, zu jedem wie immer aufgenommenen Stereoscopbilde, wenn wünschenswerth, ein Stereoscop construiren zu können, welches das dargestellte Object in der Natur vollkommen entsprechender Weise zeigt, was nur möglich ist, wenn sämmtliche zur Construction des Stereoscopes nöthigen Daten etwa auf der Rückseite des Bildes angegeben sind.

NEUNUNDZWANZIGSTES CAPITEL.

PHOTOGRAMMETRISCHE APPARATE, PHOTOTHEODOLITE.

Es liegt nicht im Plane dieses Werkes eine eingehendere Beschreibung der Methoden der Photogrammetrie und der dazu verwendeten Apparate zu geben, da dieser Gegenstand eine specielle Behandlung erfordert, welche auch bereits in vortrefflicher Weise vorliegt. Es sei hier insbeondere auf das Werk vom Geheimen Baurath Dr. Meydenbauer[1]), welcher für die Photogrammetrie bahnbrechend wirkte, Professor Koppe[2]), Professor F. Schiffner[3]), Professor Steiner[4]), sowie die Berichte von Professor Schiffner und Ober-Ingenieur V. Pollack in Eder's Jahrbuch für Photographie verwiesen.

Der Uebersichtlichkeit wegen sollen hier einige Andeutungen über die photogrammetrischen Apparate gegeben werden, wobei sich der Verfasser im Wesentlichen an die Arbeiten des Ober-Ingeniers Pollack[5]) in Wien und Dr. Anton Schell, Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien, hält, mit welchem letzteren der Verfasser gemeinschaftlich photogrammetrische Aufnahmen durchführte.

Durch die Photogrammetrie sollen die durch photographische Aufnahme einer Gegend, eines Bauwerkes etc. sämmtliche in Betracht zu ziehenden Punkte in ihrer gegenseitigen Lage festgehalten werden, so dass der Grundriss und Aufriss und besonders bei Terrain-Aufnahmen Situationen und Höhenverhältnisse eines aufzunehmenden Gebietes abzuleiten sind.

Jede mit einer richtig zeichnenden Objectivlinse aufgenommene Photographie gibt nämlich eine geometrisch richtige Perspective des aufgenommen Objectes, und sobald die Lage des Centrums der Perspective

1) Meydenbauer, Das photographische Aufnehmen zu wissenschaftlichen Zwecken, insbesondere das Messbild-Verfahren. Berlin. 1892.

2) Dr. C. Koppe, Die Photogrammetrie oder Bildmesskunst. Weimar. 1885.

3) Franz Schiffner, Die photographische Messkunst. 1892.

4) Fr. Steiner, Lehrbuch der Photogrammetrie. 1891. Wien.

5) Monatsblätter des wissenschaftl. Clubs in Wien 1891. Nr. 5. Bd. 13. Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1892. S. 229.

gegenüber der Bildebene bekannt ist, hat man ein ganzes Bündel von Visirstrahlen, die vom Centrum zu den einzelnen Punkten gehen, gegeben. Sobald diese Visuren eines Standpunktes mit den correspondirenden Strahlen eines zweiten Standpunktes zum Schnitt gebracht werden, ist die Lage der gesuchten Punkte im Raume fixirt[1]).

Bei der Construction der photographischen Apparate ist vor Allem zu unterscheiden, für welchen Zweck und in welcher Weise ein etwa vorhandener photographischer Apparat oder ein erst zu construirender mit oder ohne Verwendung von Theilen vorhandener geodätischer Instrumente benützt wird. Will man ihn auf Reisen zu Recognoscirungen, zu Studien, kurzen Versuchen u. dergl. verwenden, so wird man ihn im Allgemeinen anders construiren als für jene Fälle, wo er ähnlich wie ein Theodolit, Winkelmess- oder Nivellirinstrument für mehr stationäre Arbeiten und kleinere Transporte in Gebrauch kommen soll.

Die zu den photogrammetrischen Arbeiten benutzbaren Apparate theilt man am besten (nach Pollack) in drei Categorien:

I. Jeder mit richtig zeichnender Linse versehene photographische Apparat kann zu photographischen Aufnahmen verwendet werden.

Wird die Bildebene desselben durch Libelle oder Fernrohrvisur eines seitlich stehenden Instrumentes oder dergleichen lothrecht gestellt und die Höhe des Objectives notirt, so können ohne weiteres solche Aufnahmen unter Zuhilfenahme einer zweiten Operation mittels eines anderen geodätischen Instrumentes benutzt werden, welches sowohl aufgenommene Punkte im Horizont des Objectives, als auch zur Bestimmung der Bildweite und des Hauptpunktes der Perspective mindestens drei Horizontalwinkel nach vier deutlich zu sehenden und photographisch fixirten Objecten gibt.

Diese Methode, so gute Dienste sie bei manchen Gelegenheiten, wo besonders Instrumente fehlen, leistet, ist bei grösserem Umfang der Arbeiten zu schwerfällig. Man hat daher durch Horizontalmarken oder durch ein angebrachtes Fadenkreuz vor der Mattscheibe und durch eine Fixirung der Bildweite die Arbeiten zu vereinfachen getrachtet. Dadurch wurde bereits ein Uebergang zu den sub. II beschriebenen Instrumenten geschaffen.

Die Adaptirung einer gewöhnlichen photographischen Camera für photographische Zwecke ist an einem Beispiele (Lechner's Camera und deren Adaptirung für photogrammetrische Zwecke) erläutert[2]).

1) Vergl. die oben citirten Lehrbücher, ferner die Vorträge D. Pollack's, „Ueber photographische Messkunst", Wien 1891, und R. Lechner, „Die photographische Terrainaufnahme", 1891. — Monatsblätter des wissenschaftlichen Club in Wien 1891.

2) Lechner's Mittheilungen. März 1892.

Der Apparat muss vor Allem eine solide Basis erhalten, was erreicht wird, indem man ihn auf einem mit Verticalachse und Büchse versehenen Dreifuss mit Stellschrauben anbringt, um den Apparat horizontalstellen, beziehungsweise die Verticalachse senkrecht stellen zu können. Das Befestigen auf dem Unterbau muss schnell und solid zu ermöglichen sein, zu welchem Zweck drei Schrauben mit hinreichend grossen Köpfen an einer mit der Verticalachse fest verbundenen dreiflügeligen Platte hängen; die in jeder der drei möglichen Lagen in die correspondirenden drei Muttern des Apparat-Grundbrettes passen. So festgeschraubt lässt sich der Apparat mit Hilfe von Kreuzlibellen oder feinen Dosenlibellen horizontiren, in horizontaler Ebene leicht drehen, festklemmen und mittels Schraube bewegen. Die aufgestellte Visirscheibe muss senkrecht stehen, wenn die Libellen einspielen; das ist durch die schrägen Metallstützen, welche Cassettentheil und Grundbrett verbinden, schnell und sicher zu bewerkstelligen, da am Ende der Längsschlitze dieser Stützen tiefe Einfeilungen angebracht sind, welche von dem Schlitze rechtwinklig abweichen und die Klemmschrauben aufnehmen, so dass nun ein Neigen der Visirscheibe nach vor- oder rückwärts ausgeschlossen ist. Zur Einstellung einer bleibenden festen Brennweite (Bildweite) des gewählten Objectivs sind auf dem Grundbrette deutliche Marken angebracht, eventuell auf Wunsch auch Millimetertheilung und Nonius. Ist der Objectivtheil auf diese Marken, die der Brennweite des Objectivs entsprechen, eingestellt, so passen zwei

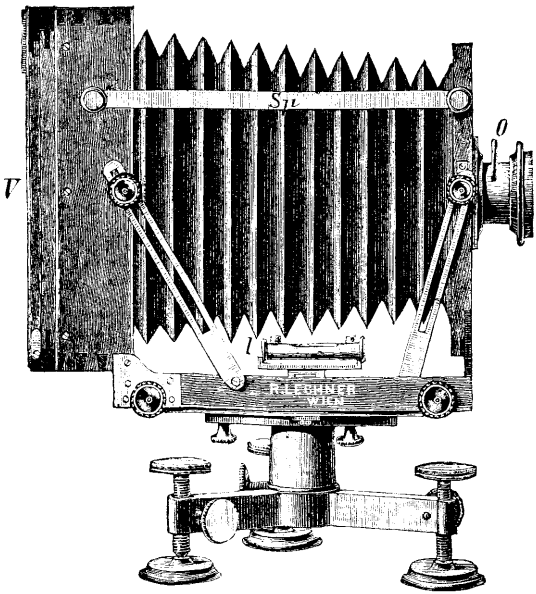


Fig. 817. Werner's Apparat adaptirt.

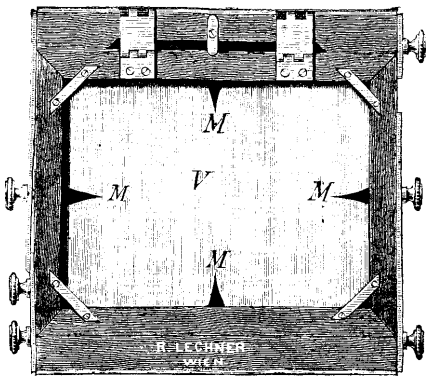


Fig. 818. Marken für Fadenkreuz.

Metallspangen oder Bügel mit den daransitzenden Kopfschrauben an den entsprechenden Stellen des Cassetten- und Objectivtheiles und geben ange-

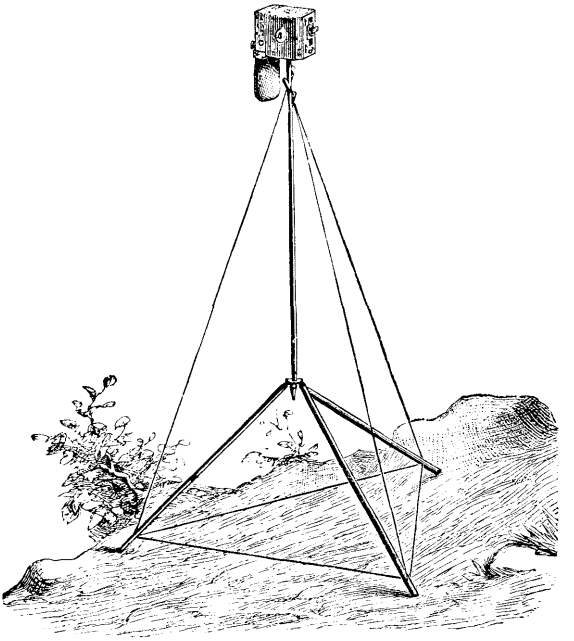


Fig. 818a. Meydenbauer's kleiner photogr. Messbild-Apparat.

schraubt dem Apparate die nöthige Stabilität. Die Auf- und Abbewegung des Objectivs geschieht einfach mit der *Hand, jedoch kann auf* Wunsch Massstab und Nonius angebracht werden, um den jeweiligen Stand des *Objectivs ablesen zu können.* Die Bewegung des Objectivbrettes mit Zahnstange und Trieb ist bei diesem Apparat schwieriger, weil diese das Zusammenlegen der Camera behindern. Zwei oder vier Horizontal- und Verticalmarken, Spitzen oder Fähnchen geben das nöthige Fadenkreuz. Die Marken stehen genau rechtwinklig zu einander und symmetrisch im Cassettentheil, so dass die Verbindungslinien der vier Spitzen

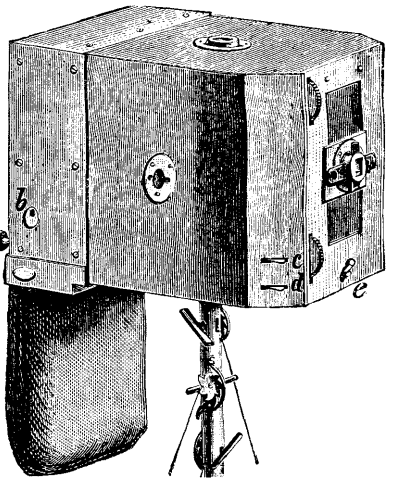


Fig. 818b. Meydenbauer's kleiner photogr. Messbild-Apparat.

a Schieber zum Wechseln der Platten, *b* Plattenzähler, *c* Schieber für Momentbelichtung, *d* Schieber für Zeitbelichtung, *e* Kurbel zum Aufziehen des Momentverschlusses.

bei horizontaler Aufstellung des Apparates die Horizontale und Verticale repräsentiren. Bei Anwendung von Kreuzlibellen ist auf dem Grundbrette ein Schwalbenschwanzschlitten befestigt, in welchen das auf einer Metallplatte montirte Libellensystem eingeschoben wird. Eine Dosenlibelle kann auf dem Grundbrett corrigirbar befestigt werden.

Dr. A. Meydenbauer construirte einen photographischen Messbild-Apparat (deutsches Patent), welcher nicht nur für photogrammmetrische Aufnahmen, sondern auch für gewöhnliche Aufnahmen bestimmt ist. Dieser Apparat, welcher auch zur Gruppe II gezählt werden kann und der von Goerz in Berlin in den Handel (1891) gebracht wird, ist in Fig. 818a und 818b abgebildet. Fig. 818a zeigt das „Fadenstativ", welches sich jeder Unebenheit des Bodens anpasst. Fig. 818b zeigt die Camera, welche 12 in Blechrähmchen befindliche Platten (9×12 cm), sammt Wechselsack enthält; die stärkeren Metalltheile sind aus Aluminium hergestellt. Als Objectiv wird ein Goerz'sches Rapid-Weitwinkel-Lynkeioscop von 15 cm Focus[1]) verwendet und kann bis zu $2^1/_2$ cm aus der Mitte gehoben oder gesenkt werden. Ein Verschluss ermöglicht Augenblicks-Aufnahmen.

Die ganze Einrichtung des Instruments ist dazu bestimmt, die Photographie mit und ohne Anwendung zum Messbild-Verfahren auf Reisen und zu Hause in die bequemsten Formen zu kleiden und, was bis jetzt nur wenig beachtet worden ist, zu einem exacten Hilfsmittel in Wissenschaft und Technik zu machen. (Vergl. Meydenbauer, das photographische Aufnehmen zu wissenschaftlichen Zwecken, insbesondere das Messbild-Verfahren 1891.

II. Die zweite Gruppe umfasst die eigentlichen photogrammmetrischen Apparate (Photogrammeter).

Diese sind eigens für Zwecke der Photogrammetrie von Meydenbauer, Vogel und Doergens, Finsterwalder, Hafferl und Maurer, Pollack, Steiner, Schell, Hübl u. A. gebaut. Dieselben bestehen aus einer Balg- oder Metallcamera, können mit angebrachten Libellen leicht horizontirt werden und haben an der Rückseite der Camera das Fadenkreuz durch Fähnchen oder Spitzen und Linien auf der Mattscheibe markirt. Bei bescheidenen Anforderungen kann bei jenen Photogrammetern, welche einen getheilten Horizontalkreis besitzen, auch ein Winkelmessen unter Zuhilfenahme des Fadenkreuzes auf der Mattscheibe stattfinden. Die Orientirung der Bilder geschieht auf Grund der bekannten

1) Oder ein Busche's Pantoscop.

Lage einzelner in den Aufnahmsbildern erscheinender und vorher mit anderen geodätischen Methoden festgelegter Objectspunkte.

Hierher gehörte die photogrammetrische Camera von D. Meydenbauer in Berlin, welcher sehr eingehende Versuche hierüber anstellte und ausgezeichnete Resultate zu Tage förderte; auf sein fundamental wichtiges Werk: „Meydenbauer, Das photographische Verfahren zu wissenschaftlichen Zwecken, insbesondere das Messbildverfahren", Berlin, 1892, sei hiermit verwiesen.

Hafferl und Maurer in Wien haben einen Versuchsapparat der Meydenbauer'schen Camera nachgebildet (Fig. 819). Auf einem Metalldreifuss sitzt eine dreieckige leichte Metallgrundplatte, welche mit Hilfe von drei Stellschrauben und Kreuzlibellen horizontal wird. Zwischen zwei Spitzen an der Grundlinie des Dreieckes als horizontale Achse ist die photographische Camera mit versteiften Blechwänden eingesetzt. Dieselbe ist an ihrer Objectivseite an einem Stabe gehalten, welcher durch Schraubenmuttern an der Grundplatte gehoben und gesenkt werden kann, wodurch es möglich wird, die Rückseiten, in welche die Cassette oder die matte Scheibe eingeschoben wird, genau lothrecht zu stellen. An der Rückseite der Camera befinden sich zwei drehbare Verticalstäbe, auf denen mit Rectificirschrauben verschiebbare Marken (Fähnchen) angebracht sind. Durch Drehung können diese Fähnchen auf die lichtempfindliche Seite der Platten gelegt werden. Sie bezeichnen die Lage des Horizontalfadens und werden mitphotographirt. Das Objectiv besteht aus einem Suter-Aplanat C_3 von 200 mm Brennweite, welcher mit kleinster Blende die Bilder von 18×24 cm scharf und richtig auszeichnet.

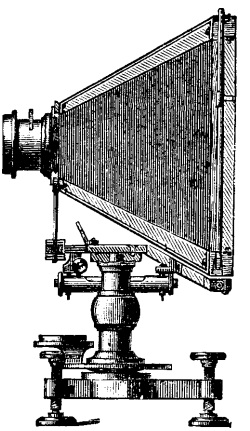


Fig. 819.

Professor Steiner in Prag hat mit Zuhilfenahme eines Nivellirinstrumentes einen photogrammetrischen Apparat zusammengestellt, indem er eine gewöhnliche Balgcamera anstatt des Fernrohres ober dem Limbus anbrachte. Mit Hilfe eines an die Camera zu befestigenden Bügels wird die Bildweite fixirt und dient eine Aufsatzlibelle zur Horizontalstellung. Vor der Mattscheibe wurden Horizontalmarken angebracht [1]).

Ein zweites Steiner'sches Photogrammeter ist für verschiedene Brennweiten (von 20 bis 60 cm) construirt.

1) S. Steiner, Lehrbuch der Photogrammetrie. Wien. 1891.

Prüfung und Berichtigung dieser Apparate kann nur mit Zuhilfenahme eines geodätischen Instrumentes durchgeführt werden; desgleichen auch die öftere Controle des Horizontes und der Bildweite.

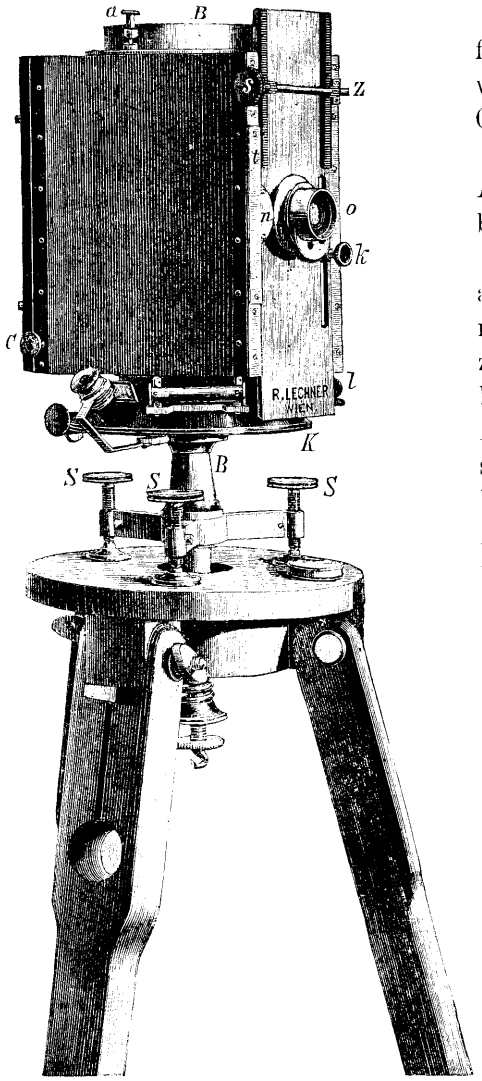


Fig. 820. Photogrammetrischer Apparat.

Die photographische Manufactur von R. Lechner [1]) in Wien verfertigte unter Mitwirkung von Oberingenieur Vincenz Pollack einen photogrammetrischen Apparat, der hier etwas genauer beschrieben werden soll.

Die photographische Camera aus Metall ist möglichst direct mit der Alhidade des mit Horizontalkreis ausgestatteten Unterbaues verbunden. Der kräftige Dreifuss mit drei Horizontirschrauben und daran befindlichen Fussplatten trägt die Büchse und Achse für Kreis und Alhidade, unter dem Kreise Centralklemme mit feiner Bewegung. Der verdeckte Kreis mit 16 cm Durchmesser ist in halbe Grade getheilt und durch zwei diametrale, mit Lupen versehene Nonien, für welche die Kreisdecke (Alhidade) durchbrochen ist, auf eine Secunde ablesbar. Ueber den Nonienfenstern sind Illuminateure zur besseren Beleuchtung der Theilfläche angebracht. Theilung auf Silber. Die Camera ist durch vier kräftige Schrauben, und zwar zwei in der Richtung der optischen Achse der Camera zur gleichzeitigen Senkrechtstellung der Visirscheibe und zwei rechtwinklig dazu zur Correctur des Achsenkreuzes auf der Visirscheibe, mit der Alhidade des Unterbaues fest verbunden. Das photographische Objectiv ist ein Anastigmat C. Zeiss, Jena, 1 : 18,

1) Prof. Koppe, Die Photogrammetrie. Weimar. 1889.

Serie V, Nr. 4. Es lässt sich an einer aufrecht angeordneten Camera 50 mm nach oben und 50 mm nach unten (d. h. über und unter Null der horizontalen Visur des Apparates) bewegen, was durch Massstab und Nonius bis auf $^1/_{10}$ mm markirt werden kann. Bei quer angeordneter Camera ist diese Verstellung des Objectivs nur bis auf 30 mm zulässig. Für Festklemmung des verschobenen Objectivs ist gesorgt. Die Bewegung geschieht mittels Zahnstangen und Trieb. Rechts und links unter der Vorderfläche der Camera sind rechtwinklig zu einander und symmetrisch zur Camera justirbare Kreuzlibellen auf der Alhidade angebracht. Der Cassettentheil der Camera enthält für die Markirung der Horizontalen und Verticalen entweder ein System von vier Fähnchen, welche gleichzeitig gegen die Bildebene bewegt werden können und jedes einzeln corrigirbar ist; oder es wird der weiter unten besprochene Centimeterrahmen angebracht. Dem Apparat ist entweder eine Mattscheibe mit Centimeterquadratnetz, Mittelachsen, in Millimeter getheilt, beigegeben oder eine Mattscheibe mit einem einfachen Kreuz, oder beide. Sie können ausgewechselt werden, und ist letztere in ihrem Rahmen corrigirbar untergebracht. Erstere dient zu annäherungsweisen Distanz- und Grössenbestimmungen im Freien, letztere zum Einvisiren der zu bestimmenden Winkel und Panoramengrenzen etc.

Ueber den Messtisch-Photogrammeter von Baron Hübl s. S. 651.

III. Phototheodolite.

Dies sind solche Instrumente, welche nebst der Camera noch eine genaue Visirvorrichtung (Fernrohr) nebst Horizontal- und Verticalkreis besitzen.

Man kann hier zwei Formen unterscheiden:

a) mit centrischem,

b) mit excentrischem Fernrohr.

a) Phototheodolite mit centrischem Fernrohr. Die nahe liegende Idee, die Camera und das vorhandene Objectiv durch eine Ocularzugabe zu einem centrischen Fernrohre zumachen, haben Paganini in Italien und Prof. Schell in Wien und Pollack verfolgt.

Bei Paganini's Instrument ist in der Achse des Objectivs an der rückseitigen Mattscheibe der Camera, wo eine kleine Oeffnung gelassen, ein Ocular angebracht, welches mit dem Objectiv zusammen vermittelst der Camera ein Fernrohr gibt, so dass das Fadenkreuz derselben zum Visiren benützt werden kann. Der Kreuzungspunkt der Fäden muss im Brennpunkte des Objectivs, also in der verticalen Bildebene liegen, worauf bei der Construction Rücksicht zu nehmen ist. Das Ocular ist bei

Paganini verschiebbar eingerichtet, in welchem Falle sich dasselbe mit einem Nonius längs einer Theilung bewegen und auf einzelne Objectspunkte über oder unter dem Horizont einstellen lässt, worauf an der Theilung statt der Höhenwinkel gleich direct die zur Höhenberechnung nöthigen Tangentenlängen ohne Neigung der Camera abgelesen werden können.

Der **Phototheodolit von Prof. Dr. Schell,** ausgeführt von Starke & Kammerer in Wien.[1])

Der Phototheodolit hat die Aufgabe von einem im Raume befindlichen Objecte, ein der Lage nach bekanntes, richtiges perspectivisches Bild zu bieten.

Ist die Lage des perspectivischen Centrums (Augpunkt), welches mit dem zweiten Knotenpunkte der Objectivlinse einer photographischen Camera identisch ist, sowie dessen orthogonale Projection (Hauptpunkt) auf der Bildebene gegeben; so ist die Lage der letzteren sofort als bekannt anzusehen, wenn die orthogonal projicirende Gerade, welche man die optische Achse der Camera nennt, sowohl der Grösse nach durch die Bilddistanz, als auch der Lage nach durch Azimuth und Höhe gegeben ist.

Jedes theodolitartig gebaute Instrument, welches mit einer photographischen Camera versehen ist, deren optische Achse in Bezug auf eine gegebene Richtung (Standlinie, Meridian) nach Azimuth und Höhe orientirt werden kann, ist zu photogrammetrischen Messungen geeignet.

Die Bildebene kann auch durch zwei im Hauptpunkte sich unter einem rechten Winkel schneidende charakteristische Linien ersetzt werden, welche den Namen Vertical- und Horizontlinie führen. Man erhält die erstere aus dem Durchschnitte einer durch die optische Achse der Camera gelegten Verticalebene mit der Bildebene, die letztere dagegen aus dem Durchschnitte einer durch die optische Achse senkrecht auf der Verticallinie stehenden Ebene mit der Bildebene. Die drei charakteristischen Linien, die optische Achse der Camera, die Vertical- und Horizontlinie, bilden drei in dem Hauptpunkte aufeinander senkrecht stehende Fundamentalebenen: die Horizontal-, die Vertical- und die Bildebene. Die Lage der letzteren, sowie der Ort des perspectivischen Centrums sind durch die Horizontlinie, durch die Lage des Hauptpunktes und durch die Grösse der Bilddistanz gegeben. Man nennt die letzteren drei Elemente auch die perspectivischen Constanten, weil mittels derselben aus der bekannten Lage eines Objectes im Raume das perspectivische Bild dieses Gegenstandes ermittelt werden kann.

---

1) Original-Mittheilung von Herrn Prof. Dr. A. Schell in Wien.

Um mit einem Phototheodoliten ein der Lage nach bekanntes photographisches Bild erzeugen zu können, muss derselbe nachstehende Einrichtung besitzen.

Der Phototheodolit (Fig. 820a) besteht, wie jedes Winkelmessinstrument aus einem festen Theile, dem eigentlichen Körper des Instruments, und einem beweglichen Theile, der Alhidade. Der feste Theil

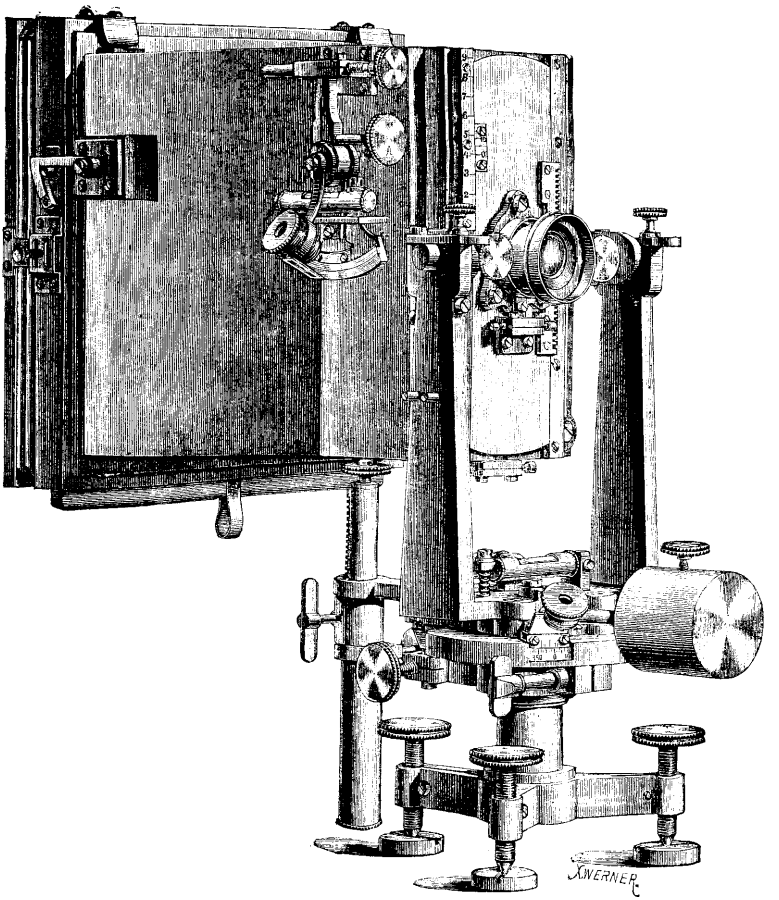


Fig. 820a. Prof. Schell's Phototheodolit.

enthält den die horizontale Projectionsebene darstellenden Limbus, welcher mit der auf dem Dreifusse ruhenden Centralbüchse fest verbunden ist, und mittels dreier Stellschrauben horizontal gestellt werden kann. Der cylindrisch gestaltete Theilkreis, dessen Durchmesser 14 cm beträgt, enthält auf einem Silberstreifen 360 Grade, von denen jeder in 20 Minuten getheilt ist. Der bewegliche Theil ist mit dem Körper des Instrumentes durch einen stählernen Centralzapfen, dessen Mittellinie die verticale

Umdrehungsachse des Instrumentes bildet, dadurch verbunden, dass der durch die Centralbüchse hindurchgehende Zapfen nach unten mit einem Schraubengewinde versehen ist, welcher gestattet, durch eine von aussen wirkende Schraubenmutter die Vereinigung beider Theile so herzustellen, dass die Alhidade mit Leichtigkeit gedreht werden kann, ohne ein Abheben derselben vom Limbuskreise befürchten zu müssen. Die Alhidade kann in ihrer zarten Drehung durch eine Klemmschraube gehemmt, und durch eine Einstellschraube derselben eine feine Drehung ertheilt werden, der Centralzapfen ist oben mit einer kreisförmigen Scheibe versehen, welche zur Aufnahme der Kreuzlibellen und eines Nonius dient, mittels welchem noch einzelne Minuten abgelesen werden können. Die Ablesung am Nonius geschieht durch eine Lupe, deren Arm sich innerhalb der erforderlichen Grenze drehen lässt, und durch einen hinter dem Nonius befestigten Blendrahmen das zum Ablesen nöthige Licht erhält. Auf der mit dem Centralzapfen verbundenen Scheibe ruhen die beiden Träger der Visirvorrichtung, welche durch die in der Camera obscura befindliche Objectiv- und Ocularlinse gebildet wird, von denen letztere mit einem Fadenkreuze versehen ist. An der vorderen Seitenfläche der aus Mahagoniholz bestehenden prismatischen Camera ist eine starke Messingplatte befestigt, an welcher sich die horizontale Umdrehungsachse der Camera befindet, längs der festen Platte lässt sich eine zweite das Objectiv enthaltende Platte durch ein Getriebe zwischen Führungsleisten nach auf- und abwärts bewegen, und durch eine Klemmschraube feststellen. Um die Grösse dieser in verticalem Sinne stattfindenden Bewegung messen zu können, ist an einer der Führungsleisten eine Millimetertheilung angebracht, welche durch einen mit der beweglichen Platte verbundenen Nonius noch $^1/_{20}$ mm abzulesen gestattet. Durch diese Verticalbewegung des Objectives kann man nicht nur das von derselben erzeugte Bild auf eine bestimmte Stelle der Visirscheibe bringen, sondern auch aus der Grösse dieser Bewegung und der bekannten Bildweite auch die Grösse des Verticalwinkels eines Objectes messen. Die Objectivlinse kann überdies durch ein Schraubengewinde, dessen Ganghöhe circa 0,6 mm beträgt, der Visirscheibe genähert oder entfernt werden, um eventuell die Bilder sehr naheliegender Gegenstände auf die Visirscheibe bringen zu können. An der dem Objective gegenüberliegenden Seitenfläche ist ein metallener Rahmen fest mit der Camera verbunden, welcher durch kleine Einschnitte in Centimeter getheilt ist und Centimeter-Rahmen genannt wird. An derselben Stelle der Camera lässt sich ein hölzerner Rahmen feststellen, welcher eine matt geschliffene Glasscheibe (Visirscheibe) sowie in der Mitte derselben ein mit einem Fadenkreuze versehene Ocularlinse enthält, und mit dem Objective der Camera

die Visirvorrichtung bildet. Das Fadenkreuz selbst ist auf einem Glasscheibchen eingeritzt, dessen Ebene mit der Visirscheibe zusammenfällt, und in einer ringförmigen Verstärkung der diagonal in dem hölzernen Rahmen befindlichen metallenen Armen angebracht. Der die Visirscheibe und die Ocularlinse enthaltende hölzerne Rahmen wird in die Camera mittels zweier Schräubchen eingehängt, von denen das eine Schräubchen mit einer Spitze, das andere mit einem abgerundeten Ende versehen ist, so dass das erstere genau in eine metallene Rinne, das letztere auf eine kleine metallene Platte, welche auf der oberen Seite der Camera angebracht sind, eingestellt werden kann. Durch zwei seitwärts angebrachte Haken, welche mit Federn versehen sind, kann diesem hölzernen Rahmen stets eine unveränderliche Stellung gegeben werden. Nach geschehener Orientirung der Camera wird der das Ocular enthaltende Rahmen entfernt, und durch die Cassette, welche die lichtempfindliche Platte von der Grösse 18×24 cm enthält, ersetzt. Dieselbe besteht ebenfalls aus einem hölzernen Rahmen, welcher mit dem ersteren das gleiche Gewicht besitzt und mit der Camera auf dieselbe Weise verbunden werden kann. Vor dem Belichten der lichtempfindlichen Fläche der photographischen Platte wird der Deckel der Cassette nach abwärts geschoben und die Platte durch an der Cassette angebrachte Federn an den Centimeterrahmen angedrückt, wodurch bei der Belichtung die Centimetertheilung abgebildet wird. Die mittleren grösseren Marken sind so angebracht, dass ihre Verbindungslinien auf der Platte die Horizontal- und Verticallinie darstellen.

Die horizontale Achse der Camera, sowie die verticale Drehungsachse der Alhidade gehen durch den zweiten Knotenpunkt der Objectivlinse, so dass die Horizontal- und Verticalwinkel sich auf diesen Punkt als perspectivisches Centrum beziehen.

Um eine Drehung der Camera um die horizontale Umdrehungsachse bewerkstelligen zu können, lässt sich dieselbe durch eine Getriebe, welches in dem seitlich an der Alhidade angebrachten Cylinder enthalten ist, heben oder senken. Ein auf der entgegengesetzten Seite der Camera vorhandenes Gewicht dient zur Balancirung der Camera.

Um mit dem Phototheodoliten einen Verticalwinkel messen zu können, ist an einer der verticalen Seitenwände der Camera ein mit einer Theilung versehener Verticalbogen angebracht, um dessen Mittelpunkt sich ein mit einer Libelle versehener Arm drehen lässt, dessen Nonius auf der Theilung noch eine Minute abzulesen gestattet. Ausserdem befindet sich am oberen Theile der Camera noch eine Orientirungsboussole, um mit dem Instrumente eventuell die Richtung des magnetischen Meridians bestimmen zu können.

Das Stativ besteht aus einer metallenen Kopfplatte von der Form eines krummlinigen, mit Rippen verstärkten Dreieckes, an deren Enden rinnenförmige Vertiefungen sich befinden, die zur Aufnahme der drei Stellschrauben des Instrumentes dienen. An den drei Endpunkten der Kopfplatte sind überdies Verstärkungen mit je zwei Ansätzen angebracht, von denen der erste kugelförmig endet und der zweite die Muttergewinde für die am Ende kugelförmig abgedrehte Schraube enthält. Die Stativfüsse bestehen aus je zwei cylindrischen Stäben aus Holz, welche oben durch ein Querstück und unten durch eine eiserne in eine Spitze auslaufende Zwinge fest mit einander verbunden sind; ausserdem sind die einzelnen Stäbe am oberen Ende mit Messingbeschlägen versehen, an denen sich cylindrische, nach innen halbkugelförmig ausgedrehte Ansätze befinden, welche zur festen Verbindung der Kopfplatte mit den Füssen des Stativs dienen. Die Vereinigung des Instrumentes mit dem Stative geschieht durch einen cylindrischen Stab aus Stahl, welcher durch eine Oeffnung der Kopfplatte hindurchgeht, und durch ein kreisförmiges Plättchen, das die obere Oeffnung der Kopfplatte deckt, mittels der halbkugelförmigen Verstärkung vor dem Herabfallen gehindert wird. Das mit einigen Schraubengewinden versehene obere Ende des stählernen Stabes passt in eine centrisch ausgehöhlte Oeffnung des Dreifusses, welche die Muttergewinde für den am Stativkopfe hängenden Stab enthält, das untere Ende des letzteren besitzt eine grössere Zahl von Schraubengewinden, welche zur Aufnahme des beweglicheu Schraubenkopfes dienen. Auf diesem ruht eine auf den Stab gesteckte, ziemlich starke, schraubenförmig gewundene Feder, welcher durch eine Bewegung des Schraubenkopfes nach aufwärts in Spannung versetzt werden kann, wodurch das auf der Feder ruhende, oben kugelförmig gestaltete, cylindrische Federgehäuse an das Scheibchen, und dieses an die Kopfplatte so angedrückt wird, dass der Dreifuss des Instrumentes und alle mit ihm im Zusammenhange stehenden Instrumententheile mit dem Stative in feste Verbindung gebracht werden.

Eigenschaften und Rectification des Phototheodoliten nach Prof. Dr. A. Schell.

Soll ein Phototheodolit sowohl zur Erzeugung eines photographischen Bildes, als auch zur Messung von Horizontal- und Verticalwinkel verwendet werden, so müssen die drei Fundamentalebenen der Camera (Horizontal-, Vertical- und Bildebene), sowie die drei Achsen des Phototheodoliten (horizontale Umdrehungsachse der Camera, verticale Drehachse des Instrumentes und optische Achse der Camera) wechselweise auf einander senkrecht stehen.

Dies wird dann der Fall sein, wenn das Instrument nachstehende Eigenschaften besitzt:

1. Die horizontale Umdrehungsachse der Camera muss senkrecht stehen auf der verticalen Umdrehungsachse des Instrumentes.

2. Die Ebene des in der Camera befestigten Centimeterrahmens muss eine verticale Lage annehmen, wenn der Nullpunkt des Nonius am Verticalbogen mit dem Nullpunkte der Theilung bei einspielender Libelle zusammenfällt.

3. Die durch die Verbindungslinie der Horizontalmarken des Centimeterrahmens und den zweiten Knotenpunkt des Objectives bestimmten Ebene muss auf der Bildebene (Centimeterrahmen) senkrecht stehen und eine horizontale Lage annehmen, sobald die Bildebene vertical gestellt ist.

4. Der horizontale und verticale Faden des im Oculare befindlichen Fadenkreuzes soll mit der Horizontal- resp. Verticallinie des Centimeterrahmens zusammenfallen.

5. Die optische Achse der Camera soll auf der horizontalen Umdrehungsachse derselben senkrecht stehen.

Ad 1. Um zu untersuchen, ob die horizontale Umdrehungsachse auf der verticalen senkrecht steht, setze man die dem Phototheodoliten beigegebene Reiterlibelle, deren Berichtigung vorausgesetzt wird, auf die horizontale Drehungsachse der Camera, bringe dieselbe durch Drehung der Alhidade in die Richtung zweier Stellschrauben und mittels dieser die Libellenblase zum Einspielen, wodurch die horizontale Drehungsachse horizontal wird. Sodann drehe man die Alhidade um 180 Grad und sehe zu, ob die Libellenblase einspielt oder nicht, im letzten Falle verringere man die halbe Ausweichung der Blase an den Correctionsschrauben, welche an dem Zapfenlager des Instrumentes angebracht sind, wodurch das eine Ende der horizontalen Umdrehungsachse gehoben resp. gesenkt, sonach senkrecht auf die verticale Umdrehungsachse gestellt wird.

Ad 2. Um den Centimeterrahmen im Raume eine verticale Lage zu geben, setze man die Visirscheibe, deren Ebene mit dem Centimeterrahmen zusammenfällt, in die Camera ein, stelle hierauf die verticale Umdrehungsachse des Instrumentes mit der auf die horizontale Drehungsachse aufgesetzten Reiterlibelle vertical, placire sodann in entsprechender Entfernung von der Visirscheibe ein rectificirtes Nivellir-Instrument, sowie eine Nivellirlatte, und bestimme bei scharf einspielender Libelle des Nivellirinstrumentes den Lattenabschnitt dieses Punktes. Sodann drehe man das Nivellirfernrohr und die Visirscheibe so lange, bis man in letzterer das durch Reflexion entstandene Bild der an demselben Punkte befindlichen Nivellirlatte erblickt, und ermittle abermals bei scharf einspielender Libelle den Lattenabschnitt des Spiegelbildes. Sind die beiden Lattenabschnitte einander gleich, so steht die Visirscheibe vertical. Ist

dies jedoch nicht der Fall, so wird die Camera mittels der Elevationsschraube so lange gehoben oder gesenkt, bis beide Lattenabschnitte einander gleich sind. Die Visirscheibe ist alsdann vertical, und der verticalen Umdrehungsachse des Instrumentes parallel. Wegen Unebenheit der Visirscheibe wird man diesen Versuch an verschiedenen Stellen derselben wiederholen.

Um nun jedesmal die Ebene des Centimeterrahmens rasch vertical stellen zu können, ist an einer der verticalen Seitenwände der Camera ein mit einer Theilung versehener Verticalbogen angebracht, um dessen Mittelpunkt sich ein mit einer Libelle ausgestatteter Arm drehen lässt, dessen Nonius auf der Theilung bis auf 1 Minute abzulesen gestattet. Wird nun die Visirscheibe auf die früher angegebene Weise vertical gestellt, so wird der Nullpunkt des Nonius mit dem Nullpunkte der Theilung zur Coincidenz und die Libelle mittels der Correctionsschrauben zum Einspielen gebracht.

Ad 3. Um diesen Punkt zu prüfen und zu berichtigen, stelle man die Ebene des Centimeterrahmens mit Hilfe des Verticalbogens und der daselbst befindlichen Libelle auf die früher angegebene Weise vertical, und collimire das Fernrohr eines rectificirten Nivellirinstrumentes bei scharf einspielender Libelle genau auf eine der Horizontalmarken des Centimeterrahmens durch Bewegung des Objectives in verticalem Sinne. Sodann drehe man die Camera um die verticale Umdrehungsachse des Instrumentes so lange, bis auch die zweite Horizontalmarke in dem Nivellirfernrohre sichtbar wird. Trifft der Horizontalfaden des letzteren die zweite Horizontalmarke, so ist die Verbindungslinie beider Marken horizontal, und die durch diese, sowie durch den zweiten Knotenpunkt des Objectives bestimmte Ebene horizontal, also senkrecht zur vertical gestellten Ebene des Centimeterrahmens. Der Stand des Nonius an der Theilung der verticalen Platte, bei welcher die durch die Horizontalmarken und den zweiten Knotenpunkt des Objectives bestimmte Ebene auf der Ebene des Centimeterrahmens senkrecht steht, wird abgelesen und notirt. Trifft jedoch der Horizontalfaden des Nivellirinstrumentes die zweite Horizontalmarke nicht, so bedarf die Camera, innerhalb welcher der Centimeterrahmen befestigt ist, einer kleinen Drehung, welche durch die an der Metallplatte der Camera angebrachten Correctionschräubchen bewerkstelligt werden kann.

Ad 4. Um den Schnittpunkt der Horizontal- und Verticallinie des Centimeterrahmens ersichtlich zu machen, ist in dem an der Visirscheibe angebrachten Oculare ein Fadenkreuz enthalten, dessen Fäden mit der Horizontal- resp. Verticallinie des Centimeterrahmens zusammfallen. Um dies zu untersuchen, collimire man ein vor dem Objective der Camera aufgestelltes Nivellirinstrument scharf auf den Schnittpunkt der Horizontal-

und Verticallinie des Centimeterrahmens, und stelle das Nivellirfernrohr durch die Klemmschraube der Alhidade fest. Sodann bringe man durch Drehen der beiden Schräubchen, mit welchen die Visirscheibe in die Camera eingehängt ist, den Horizontalfaden des Fadenkreuzes zur Coincidenz mit dem Horizontalfaden des collimirenden Nivellirfernrohres. Der Verticalfaden des Fadenkreuzes lässt sich durch Schräubchen, welche in Schlitzen der Ocularröhre angebracht sind, mit dem Verticalfaden des Nivellirfernrohres zur Deckung bringen. Ist dies geschehen, so ist die optische Achse der Camera identisch mit der Verbindungslinie des zweiten Knotenpunktes des Objectives mit dem Kreuzungspunkte beider Fäden des Oculars.

Ad 5. Die Prüfung, ob die optische Achse der Camera (Visirlinie) auf der horizontalen Umdrehungsachse derselben senkrecht steht, geschieht auf folgende Weise. Man stelle den Verticalfaden des Fadenkreuzes auf ein entfernt gelegenes, gut sichtbares und scharf begrenztes Object so ein, dass letzteres in der Nähe des horizontalen Fadens erscheint und drehe die Camera um die optische Achse um 180 Grad; zeigt sich eine Ausweichung des Objectes im verticalen Faden, so entspricht dieselbe dem doppelten Collimationsfehler. Um denselben zu beseitigen, wird man die um einen Punkt drehbare Fassung des Objectives durch die daselbst angebrachten Corretionsschräubchen so verstellen, dass der Verticalfaden sich dem in der Nähe des horizontalen Fadens sichtbaren Objecte um die halbe Ausweichung nähert. Man wird den Versuch so lange wiederholen, bis in beiden Lagen der Camera dasselbe Object getroffen wird.

Bestimmung der Bilddistanz und der Lage des Hauptpunktes.

Unter der Bilddistanz versteht man den senkrechten Abstand des zweiten Knotenpunktes des Objectives von der Bildebene. Um dieselbe mit Schärfe zu erhalten, mache man mit dem rectificirten Phototheodoliten bei verticaler Stellung der Bildebene eine photographische Aufnahme an einer Station, von welcher eine grössere Anzahl von Punkten sichtbar sind, und ermittle auf der Negativplatte mit aller Sorgfalt die Abstände der Fusspunkte der einzelnen Punkte auf die Horizontlinie, sowie die Horizontalwinkel der auf der Patte abgebildeten Punkte.

Es seien in untenstehender Figur 820b M_0, M_1, M_2 die Fusspunkte der von den einzelnen Bildpunkten auf die Horizontallinie HH' gefällten Senkrechten; $M_0M_1 = \delta_1$, $M_0M_2 = \delta_2 \ldots M_0Mn = \delta n$, die gemessenen Horizonlalwinkel $M_0OM_1 = \omega_1$, $M_0OM_2 = \omega_2 \ldots M_0OMn = \omega n$. Aus dem Dreiecke M_0OM_1 folgt, wenn $OM_0 = \Delta$ und $AM_0O = \varphi$ gesetzt wird,

$$\delta_1 : \Delta = \sin \omega_1 : \sin (\omega_1 + \varphi),$$

also:

$$\delta_1 = \frac{\Delta}{\cos \varphi} - \frac{\delta_1}{\operatorname{tg} \omega_1} \operatorname{tg} \varphi.$$

Setzt man nun:

$$\frac{\Delta}{\cos\varphi} = x;\ \operatorname{tg}\varphi = y \text{ und } \frac{\delta_1}{\operatorname{tg}\omega_1} = a_1 \quad \ldots\ldots 1.$$

so erhält man die Gleichung: $\delta_1 = x - a_1 y$.

Die übrigen Dreiecke geben die Bedingungsgleichungen:

$$\delta_2 = x - a_2 y,$$
$$\delta_3 = x - a_3 y.$$
$$\delta n = x - a_2 y.$$

Diese liefern die Normalgleichungen:

$$nx - [a]\,y = [\delta]$$
$$-[a]\,x + [aa]\,y = [a\delta] \quad \ldots\ldots 2.$$

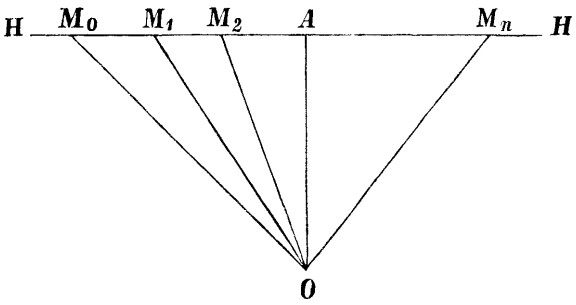


Fig. 820 b.

aus welchen die unbekannten Grössen x und y bestimmt werden können. Sind x und y bekannt, so erhält man die Gleichung:

$$D = \frac{x}{2}\sin 2\varphi \quad \ldots\ldots I.$$

und für die Lage des Hauptpunktes die Relation:

$$M_0 A = x\cos 2\varphi. \quad \ldots\ldots II.$$

Auf dem Observatorium der k. k. technischen Hochschule zu Wien wurden am 13. Mai 1892 mittels eines kleinen Microscoptheodoliten die Horizontalwinkel nachstehender Objecte gemessen, und von der Negativplatte der photographischen Aufnahme mittels eines der k. k. Versuchsanstalt für Photographie und Reproduction gehörigen, auf S. 226 in dem Handbuche der Photographie von Dr. J. M. Eder beschriebenen Apparates die entsprechenden Abstände mit aller Schärfe ermittelt.

Punkt		Richtung	Abstand
No.	Bezeichnung.	ω	δ
1	Nördl. Thurmspitze der Mariahilferkirche . .	0° 0′ 0″	0,000 mm
2	Kirchthurmspitze der k. k. techn. Mil.-Acad.	9 14 29	44,197 „
3	Nördl. Kirchthurmspitze zu St. Josef a. d. Laimgr.	12 40 27	59,555 „
4	Südl. „ „ „ „ „ „ „	13 17 47	62,285 „
5	Kuppel des kunsthist. Hofmuseums	43 35 38	195,132 „

Aus den vorliegenden Daten ergeben sich die Bedingungsgleichungen:

$$44{,}197 = x - 271{,}63\, y,$$
$$59{,}555 = x - 264{,}81\, y,$$
$$62{,}285 = x - 263{,}54\, y,$$
$$195{,}132 = x - 204{,}95\, y,$$

und hieraus die Normalgleichungen:

$$4\,x - 1004{,}93\, y = 361{,}169$$
$$-1004{,}93\, x + 255{,}361\, y = -84182{,}9.$$

Aus diesen beiden Gleichungen folgt:

$$x = 659{,}309,$$
$$y = 2{,}26490.$$

Mit Rücksicht auf die Gleichungen 1, I und II ist demnach:

$$\varphi = 66^0\ 10'\ 39'',$$
$$\Delta = 266{,}31 \text{ mm},$$
$$D = 243{,}61 \text{ mm},$$
$$AMo = 107{,}55 \text{ mm}.$$

Um die Bildweite und die Lage des Hauptpunktes zu bestimmen, kann man auch so verfahren, dass man den Verticalfaden des Fadenkreuzes auf ein Object M_0 scharf einstellt, und bei verticaler Lage der Bildebene des Phototheodoliten das photographische Bild einer Reihe von Punkten M_0, M_1 ... Mn ermittelt. Sind alsdann die dem Negativbilde entnommenen Abscissen $A_0A_1 = x_1$, $A_0A_2 = x_2$ ... $A_0An = x_n$ und die gemessenen Horizontalwinkel $A_0OA_1 = \omega_1$, $A_0OA_2 = \omega_2$ ... $A_0OAn = \omega_n$, lassen sich sich aus diesen Grössen die wahre Bilddistanz D_0 und die richtige Lage des Hauptpunktes ableiten. Bezeichnet D einen genäherten Werth der Bildweite, ΔD die wahrscheinlichste Correction derselben, so ist:

$$D_0 = D + \Delta D.$$

Es sei ferner $AA_0 = \Delta x$ die Correction für die Lage des Hauptpunktes und $A_0OA = \Delta\omega$ der derselben entsprechende Winkel. Aus dem rechtwinkeligen Dreiecke OAA_1 ergibt sich:

$$x_1 + \Delta x = (D + \Delta D)\ \operatorname{tg}(\omega_1 + \Delta\omega)$$
$$= (D + \Delta D)\ \left(\operatorname{tg}\omega_1, + \frac{\Delta\omega}{\cos^2\omega_1}\right)$$
$$= D\ \operatorname{tg}\omega_1 + \operatorname{tg}\omega_1\,\Delta D + \frac{D}{\cos^2\omega_1}\Delta\omega,$$

wenn man die Glieder 2. Ordnung vernachlässigt.

Es ist aber:

$$\Delta x = (D + \Delta D)\ \mathrm{tg}\ \Delta\omega = D\Delta\omega,$$

daher:

$$\Delta\omega = \frac{\Delta x}{D},$$

dieser Werth in obige Gleichung substituirt gibt:

$$\left(\frac{x_1}{\mathrm{tg}\ \omega_1} - D\right) = \mathrm{tg}\ \omega_1\ \Delta x + \Delta D.$$

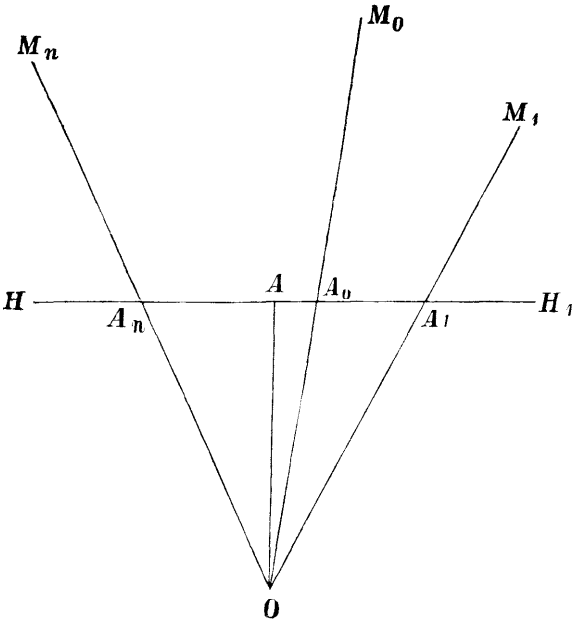


Fig. 820 c.

Setzt man der Kürze halber

$$\frac{x_1}{\mathrm{tg}\ \omega_1} - D = o_1$$

und

$$\mathrm{tg}\ \omega_1 = a_1,$$

so erhält man:

$$o_1 = a_1\ \Delta x + \Delta D.$$

Die übrigen Punkte geben die Bedingungsgleichungen:

$$O_2 = a_2\ \Delta x + \Delta D,$$
$$O_3 = a_3\ \Delta x + \Delta D,$$
$$\vdots$$
$$On = an\ \Delta x + \Delta D.$$

Aus den Bedingungsgleichungen ergeben sich die Normalgleichungen:

$$[aa]\ \Delta x + [a]\ \Delta D = [ao],$$
$$[a]\ \Delta x + n\ \Delta D = [o],$$

aus welchen die Unbekannten Δx und ΔD ermittelt werden können.

Am 13. Mai 1892 wurden auf dem Observatorium der k. k. technischen Hochschule in Wien auf die bereits früher angegebenen Weise die im nachstehenden Verzeichnisse enthaltenen Daten ermittelt.

Punkt		Richtung	Abscisse
No.	Bezeichnung	ω	x
1	Michaelerthurm	335° 30′ 38″	— 110,503 mm
2	Argustinerthurm	336 54 6	— 103,573 „
3	Blitzableiter am Opernhause	343 26 16	— 72,185 „
4	Telegraphenstange	0 0 0	0,000 „
5	Kuppel der k. k. Staatsgewerbeschule . .	24 22 3	+ 110,855 „

Mit diesen Daten und dem angenommenen Werthe der Bildweite $D = 240$ mm ergeben sich nachstehende Bedingungsgleichungen:

$$2{,}595 = -0{,}455504\,\Delta x + \Delta D,$$
$$2{,}843 = -0{,}426502\,\Delta x + \Delta D,$$
$$2{,}724 = -0{,}297395\,\Delta x + \Delta D,$$
$$4{,}747 = +0{,}452947\,\Delta x + \Delta D.$$

Hieraus folgen die Normalgleichungen:

$$0{,}678552\,\Delta x - 0{,}726454\,\Delta D = -1{,}054543$$
$$-0{,}726454\,\Delta x = 4\,\Delta D = 12{,}909,$$

woraus sich ergeben:

$$\Delta D = 3{,}656 \text{ mm}$$

und

$$\Delta x = 2{,}369 \text{ mm}.$$

Es ist demnach der wahrscheinlichste Werth der Bildweite $D_0 = 243{,}656$ mm mit einem mittleren Fehler $m = \pm 0{,}119$ mm.

Der im Vorhergehenden beschriebene Phototheodolit, in welchem die optische Achse der Camera ohne Anwendung eines ausserhalb derselben befindlichen Fernrohres direct zur Orientirung des Instrumentes verwendet wird, und alle zur Herstellung eines Planes erforderlichen Elemente sich auf einen Punkt, den zweiten Knotenpunkt der Objectivlinse, beziehen, wurde nach den Angaben des Prof. Dr. Ant. Schell für die Lehrkanzel der practischen Geometrie an der k. k. technischen Hochschule zu Wien in der mechanischen Werkstätte der Herren Starke & Kammerer angefertigt.

Die Construction des Phototheodoliten vereinfacht sich bedeutend, wenn die photographische Aufnahme bloss mit verticaler Bildebene stattfinden soll, wie dies bei Terrain-Aufnahmen der Fall ist. Es erfolgt auch bei diesen Apparaten die Orientirung der Bildebene nach verschieden hoch oder tief gelegenen Punkten mit Hilfe der optischen Achse der Camera, indem das Objectiv derselben in verticalem Sinne nach auf- oder abwärts bewegt wird. Um auf ein Object schon bei einer mässigen

Abblendung des Objectives mit aller Schärfe einstellen zu können, wird bei diesen einfacheren Apparaten die in der Visirscheibe befindliche Ocularröhre um eine mit dem horizontalen Faden zusammenfallende Achse drehbar eingerichtet.

Diese Instrumente gestatten alsdann nicht nur das Messen von Horizontalwinkeln, sondern auch durch die stattgefundene Bewegung des Objectives in Verbindung mit der bekannten Bilddistanz die Bestimmung von Verticalwinkeln, welche zur Berechnung der Lage einer photogrammetrischen Station zuweilen erforderlich sind.

Es sei in Fig. 820d o die Lage des zweiten Knotenpunktes des Objectives bei horizontaler Lage der optischen Achse oA der Camera, M ein Object, dessen Höhenwinkel $MoH = h$ bestimmt werden soll. Um den Hauptstrahl MA auf den horizontalen Faden des in A befestigten und nach M gerichteten Oculars zu bringen, verschiebe man den zweiten

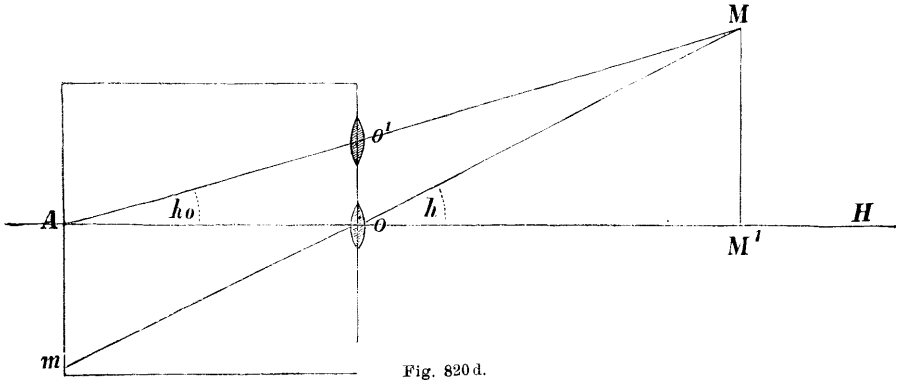


Fig. 820d.

Knotenpunkt des Objectives nach o'. Es sei alsdann der Winkel $MAH = h_0$; die an der Theilung abgelesene Verschiebung des Objectives $oo' = d$; die Bildweite $oA = D$; die horizontale Entfernung des Objectes $oM' = \Delta$; endlich die Grösse $mA = y$. Aus dem rechtwinkeligen Dreiecke mAo folgt:

$$\operatorname{tg} h = \frac{y}{D},$$

aus der Aehnlichkeit der Dreiecke MAm und $Mo'o$ ergibt sich die Proportion: $y : d = (\Delta + D) : \Delta$,

durch Substitution des Werthes von y in die frühere Gleichung erhält man:

$$\operatorname{tg} h = \frac{d}{D} + \frac{d}{\Delta}. \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1.$$

Setzt man nun $h = h_0 + \Delta h$,

wobei Δh eine kleine Grösse bezeichnet, so ergibt sich auch:

$$\operatorname{tg} h = \operatorname{tg} h_0 + \frac{\Delta h}{\cos 2 h_0},$$

da jedoch $$\operatorname{tg} h_0 = \frac{d}{D} \quad \ldots\ldots\ldots \text{I.}$$

so ist auch: $$\Delta h = \frac{d}{\Delta} \cos 2h_0$$

$$= \frac{D}{2\Delta} \sin 2h_0,$$

oder in Bogenminuten ausgedrückt:

$$\Delta h' = 1719 \frac{D}{\Delta} \sin 2h_0.$$

Soll für $h_0 = 15^0$ der Fehler in dem gemessenen Höhenwinkel für das vorliegende Instrument, für welches $D = 243{,}6$ mm beträgt, gleich oder kleiner als eine Bogenminute betragen, so muss

$$\Delta = 209{,}4 \text{ m}.$$

Wie man sieht, kann in den meisten Fällen $h = h_0$ gesetzt, und der gemessene Höhenwinkel aus Gl. I berechnet werden.

b) Phototheodolite mit excentrischem Fernrohr. Zur ersteren Form ist das ältere Instrument (Theodolit-Camera) von Paganini zu rechnen, welcher seitlich der Camera das durchschlagbare Fernrohr angebracht hat und das durch ein Decennium bei den italienischen Kartenaufnahmen in Verwendung steht.[1])

Paganini's älterer photogrammetrischer Apparat (Fig. 821) besteht aus der Camera C, einem Theodoliten (Fernrohr F, Libelle L, Höhenkreis H), welche auf einem gemeinsamen Horizontalkreis K aufgestellt sind[2]). Das Objectiv O ist ein Steinheil'scher Antiplanet von 24,5 cm Focus; vor die empfindlichen Platte ist ein Horizontal- und Verticalfaden gespannt, deren Schnittpunkt in der optischen Achse liegt. Zur Controle, dass der Horinzontalfaden der Camera die richtige Lage hat, beobachtet man nach vorgenommener Horizontirung auf der matten Scheibe einen entfernten Punkt, dessen Bild im Schnitte der beiden Fäden liegt und dreht dann die Camera um die verticale Achse; hierbei muss jener Punkt stets im Horizontalfaden erscheinen. Zur Vornahme dieser Correctur dienen die Schrauben S, s. (Ueber das neue Modell des Paganini'schen Apparates mit centrischem Fernrohr s. u.)

Bei Koppe's Phototheodolit wird in die conisch ausgedrehte Horizontalachse des Theodoliten, an welcher das Fernrohr excentrisch sitzt, die kleine Metallcamera eingesetzt[2]).

---

1) Im laufenden Jahrgang der „Zeitschrift für Vermessungswesen" ist auch die deutsche Uebersetzung der Abhandlung von L. P. Paganini: „Die Photogrammetrie in Italien", welche dies Instrument und die Arbeiten bespricht, erschienen (1892).

2) Schiffner, Photographische Messkunst 1892. Halle a. S.

Ein vorzüglicher Phototheodolit ist vom Oberingenieur Vincenz Pollack in Wien (in der Werkstätte der Firma Lechner in Wien) hergestellt worden. Er ist in Fig. 822 abgebildet. Derselbe ist ganz aus Metall (eventuell grossentheils aus Aluminium) angefertigt; er besteht aus einer photographischen Camera C mit constanter Bildweite (für hoch oder quergestellte Platten) in Verbindung mit einem Theodolit und ruht das Ganze auf einem Dreifussstativ. Die über einem Horizontalkreise K montirte Blechcamera ist mit einem der Höhe nach längs einer mit Nonius n versehenen Theilung t verschiebbaren Objectiv o, dessen Brennweiten dem Zweck der Aufnahme entsprechend gewählt werden (ein Anastigmat Weitwinkel S. V. 1:18 von Zeiss in Jena), versehen. Seitlich der Camera ist ein durch ein Gegengewicht G equilibrirtes Fernrohr F mit Aufsatzlibelle L nach Art der Kippregel an dem Fernrohrträger T angebracht, welches durchschlagbar oder umlegbar und dessen Fadenkreuz auch zum Distanzmessen eingerichtet ist. Damit in Verbindung steht ein Verticalbogen mit Nonius, so dass also mit dem Instrumente nicht bloss photogrammetrische Aufnahmen, sondern auch Nivellements, Horizontalwinkel-, Verticalwinkel- und Distanzmessungen (tachymetrische Aufnahmen) durchgeführt werden können.

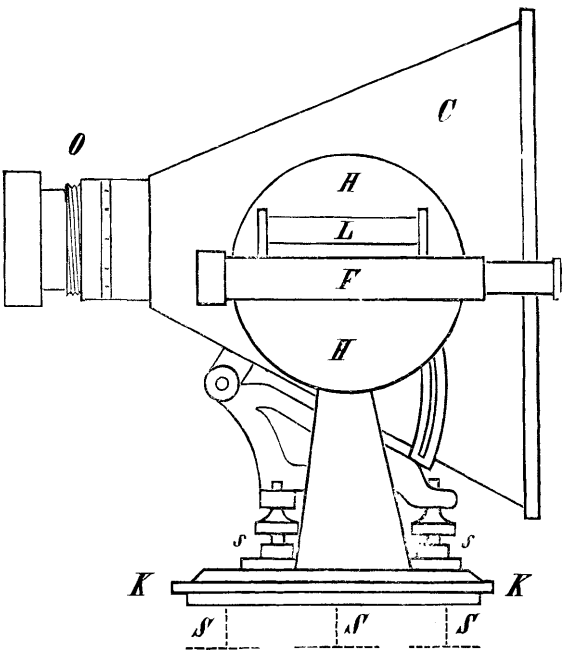


Fig. 821. Paganini's Phototheodolit.

Die Horizontalstellung des Instrumentes geschieht mittels der drei Stellschrauben S und der Kreuzlibellen l. Die Rahmen der Mattscheibe und der Cassetten sind durch einen Einschnitt und eine einschnappende Feder nach jedesmaligem Einschieben in gleicher Stellung festgeklemmt und ist in der Mattscheibe selbst ein rectificirbares Ocular mit Fadenkreuz angebracht.

Der Cassettentheil der Camera enthält einen dem Plattenformat entsprechenden Centimenterrahmen (auch mit Halbcentimetertheilung), welcher

sich durch eine eigene mechanische Vorrichtung gegen die lichtempfindliche Schicht bewegt und diese noch bis in die dem Objective eigene Bildebene so zurückdrängt, dass letztere bei jeder Platte mathematisch gleich genau eingehalten wird. Somit ist man von etwaigen geringen Cassettenfehlern und besonders von etwaiger Unzuverlässigkeit der Holzcassetten unabhängig. Die Einkerbungen im besprochenen Rahmen sind auf der Theilmaschine hergestellt und bieten auf der Photographie einen genauen

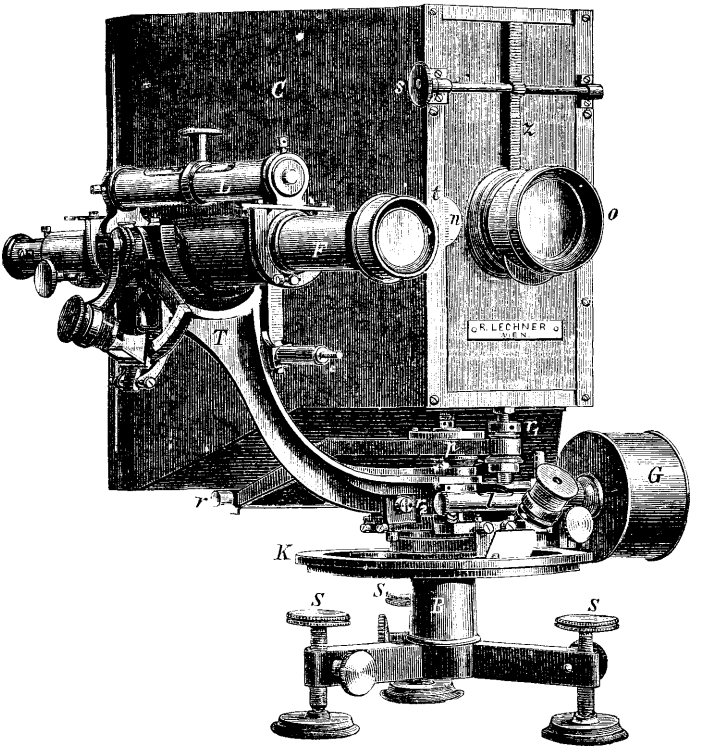


Fig. 822. Pollack's Phototheodolit.

Massstab sowie eine Controle für die Veränderungen, die im Bilde durch die nassen Proceduren beim Entwickeln und besonders bei der nassen Behandlung und Veränderlichkeit der Papierbilder entstehen.

Der bereits in mehreren, dem Wesen nach gleichen Exemplaren, aber mit durch die gemachten Erfahrungen begründeten Verbesserungen erbaute Pollack'sche Phototheodolit wird meistens für das Plattenformat 18×24 oder 13×18 cm hergestellt. Der Horizontalkreis für ersteren hat 20 cm Durchmesser, ist in Drittelgrade getheilt und gestattet mit zwei Nonien und Lupen 20 Secunden abzulesen. Die Lupen sind

central drehbar. Die Theilung in Silber ist an der Ablesestelle mit Illuminateuren versehen. Auf der Decke befinden sich Kreuzlibellen 20—25 secundenwerthig, leicht corrigirbar, aus Aluminium hergestellt. Der Fernrohrträger aus Aluminium, Fernrohrachse und Büchse sind corrigirbar darauf angebracht, auf der Büchse ist Aluminiumlibelle zur Controle der optischen Fernrohrachse angebracht. Der Höhenkreis ist mit Speichen fest mit der Büchse, und der Nonienträger und Lupenarm sind mit der Fernrohrachse verbunden. Der Höhenkreis ist in Drittelgrade getheilt; die zwei Nonien gehen 20 Secunden. Die Bezifferung des Kreises ist durchgehend. Die Ablesung Null entspricht der horizontalen Visur des Fernrohrs bei einspielender Aufsatzlibelle oder Reversionslibelle am Fernrohr. Das Fernrohr zeigt eine 9- bis 18fache Vergrösserung. Die Camera ist ganz aus Metall gefertigt. Als Objectiv findet ein Anastigmat von C. Zeiss, Jena, Serie V, Nr. 5, Verwendung; es ist verstellbar und festklemmbar. Die Nullstellung entspricht der horizontalen Visur des Fernrohrs.

An photogrammetrische Instrumente stellt V. Pollack folgende Bedingungen:

1. Die Bildebene muss genau vertical stehen.

2. Das zur Festlegung des Hauptpunktes im Bilde liegende Fadenkreuz muss so liegen, dass der Horizontalfaden den Schnitt einer Horizontalebene, der Verticalfaden den Schnitt einer Verticalebene, durch den Brennpunkt des Objectivs darstellt.

3. Die Bilddistanz wird am besten unveränderlich angenommen, oder muss am Apparat eine Theilung zum Ablesen derselben angebracht sein, oder sie muss anderweitig gefunden werden können.

4. Das Objectiv muss bis an die Bildränder perspectivisch richtig zeichnen.

5. Bei Instrumenten mit Fernrohr soll die optische Achse desselben mit jener der Camera parallel sein.

Die Prüfung und Berichtigung der Instrumente erstreckt sich ausser auf die allen hierher gehörigen Apparaten gemeinsamen eigenthümlichen Eigenschaften zum Theil auch auf die jeweiligen besonderen Einrichtungen derselben.

An dieser Stelle kann auf die Einrichtung der verschiedenen photographischen Objective und die Anforderungen an dieselben nicht eingegangen werden, doch ist zu erwähnen, dass für Messzwecke die Objective bis möglichst an die Bildränder winkeltreue Zeichnungen und durch Anwendung der kleinsten Blenden (welche die Randstrahlen abhalten) ein möglichst scharfes und tiefes Bild geben müssen.

Die Prüfung und Berichtigung des Phototheodoliten muss seinen Eigenschaften als Tachymeter und den angeführten photogrammetrischen Bedingungen entsprechen und erfolgt daher bezüglich ersterer durch Prüfung und Rectification der Kreuzlibellen, der Aufsatzlibelle des Fernrohres, wobei nach der Berichtigung der Verticalbogen 0 Grad zeigen, beziehungsweise der Nonius danach gestellt werden muss, des Fadenkreuzes im Fernrohr, der rechtwinkligen Stellung der horizontalen Drehachse des Fernrohres zur verticalen Umdrehungsachse des Instrumentes und der Visurlinie des Fernrohres zu seiner horizontalen Drehachse, ebenso wie die Bestimmung der Constanten der Distanzmessung nach bekannten Vorgängen. Die Prüfung und Berichtigung der photogrammetrischen Einrichtung geschieht in folgender Weise:

1. Vor Allem ist zu untersuchen, ob das Ein- und Ausschieben der Cassetten sowohl als auch der Cassettendeckel leicht und dabei doch lichtdicht vor sich geht, so dass bei festgeklemmter Alhidade Rückungen oder Verdrehungen weder an der Camera noch am ganzen Apparate sich bemerklich machen. Durch vier Schrauben mit federnden Unterlagsplättchen an der Rückseite der Camera können zur Regelung der Führung die Fälze nach Bedarf etwas enger oder weiter gestellt werden. Verdrehungen an der Camera (durch die Verschiebung der Bilder in der Mattscheibe oder im Fernrohre leicht kenntlich) sind durch den Mechaniker zu beheben.

2. Lothrechtstellung der Platten. Die Untersuchung erfolgt mit Hilfe eines mehrere Meter entfernt vom zu prüfenden horizontirten Apparate aufgestellten Nivellirinstrumentes, wobei ersterer so lange gedreht wird, bis man das Spiegelbild einer aufgestellten Nivellirlatte mit sehr deutlicher lichter Theilung in einer an die Stelle der empfindlichen Platten angebrachten gut spiegelnden Scheibe (Mattscheibe) durch das wagrecht gestellte Fernrohr des Nivellirinstrumentes sieht. Sind die Ablesungen an der Latte und in der Scheibe gleich, so steht die Platte senkrecht auf der horizontalen Absehlinie des Nivellirinstrumentes, mithin vertical. Eine Abweichung in der Ablesung ist durch Neigung der Camera auf der Grundplatte vermittels der unter dem Objective befindlichen Stellschraube mit Gegenmutter zu beheben, wobei die Drehung um die Schrauben erfolgt. Ist das Spiegelbild etwa 5 bis 6 m, der Apparat also halb so weit vom Auge entfernt, wobei man auf 1 bis 2 mm genau ablesen kann, so lässt sich dadurch die Lothrechtstellung auf 1 bis 2 Minuten sicher bewerkstelligen, doch beeinflusst selbst eine fehlerhafte Neigung bis zu 5 Minuten nur die grössten Bildcoordinaten. Im Bilde selbst müssen alle lothrechten Linien parallel erscheinen.

Noch einfacher ist die Benutzung eines rechtwinkligen Metallwinkels mit auf dem einen Schenkel befindlicher umstellbarer Libelle, während

der andere Schenkel an den Centimeterrahmen der Mattscheibe angelegt wird.

3. Hauptpunkt und Coordinatensystem.

a) Horizontalmarken. Um zu finden, ob eine durch den optischen Mittelpunkt des Objectivs gehende Horizontalebene die beiden Horizontalmarken trifft, beschafft man sich mit dem Fernrohre des Instrumentes einen entfernten Punkt, welcher in gleicher Höhe mit dem Objectiv liegt. Das Bild dieses Punktes muss in der Mattscheibe bei Drehung der Camera um ihre Verticalachse in den Horizontalmarken liegen. Abweichungen sind mit den Correctionschräubchen an dem Rahmen zu beheben.

Hebung oder Senkung des Objectivs verschieben den Horizont um das Mass derselben (im Maximum um + oder — 50 mm), und ist bei den Aufnahmen deren Grösse genau vorzumerken, um im Bilde eingetragen werden zu können. Nur bei nahen Punkten ist der Unterschied zwischen Fernrohrvisurhöhe und jener der Camera zu beobachten.

b) Verticalmarken (Hauptverticale) und

4. Bildweite.

Die Prüfung der richtigen Lage der Kerben bei dem Markenrahmen erfolgt mit Hilfe von Winkelmessungen und wird zugleich auch die Prüfung, beziehungsweise Bestimmung, der Bildweite dadurch ermöglicht.

Durch das Fernrohr des Instrumentes oder durch ein auf der Mattscheibe im Augpunkte angebrachtes Ocular oder gezogenes Coordinatensystem können bei den photogrammetrischen Aufnahmen einzelne bekannte Punkte in der Natur, deren Bilder ins Fadenkreuz oder auf die Linien fallen, zur Controle dienen.

5. Die Untersuchung, ob das Objectiv perspectivisch richtig, also winkeltreu zeichnet, erfolgt, wenn man vorstehende Winkelmessungen auf eine grössere Anzahl von Punkten bis an den Rand der Platten bei den extremsten Stellungen des Objectivs ausdehnt. Man kann für je drei Punkte die Bildweite genau rechnen, und soll sodann, abgesehen von kleinen unvermeidlichen Beobachtungsfehlern, nahezu dieselbe Bildweite für die gleiche Platte resultiren.

6. Parallelität der optischen Achse der Camera und der Collimationslinie des Fernrohres.

Wird das Fadenkreuz des horizontal gestellten Fernrohres auf einen weit entfernten Punkt gerichtet, so muss das Bild in den Kreuzungspunkt der Verbindungslinien der Marken auf der Mattscheibe oder in das Ocular der Camera fallen. Die Berichtigung am Phototheodolit findet durch entsprechende Hebung oder Senkung der Theilung und des Objectivs bis in die gleiche Höhe des Fernrohres unter Vormerkung oder Einreissung einer Marke an der Verticaltheilung des verschiebbaren Objectivs sowie

durch entsprechende Verstellung des Fernrohrträgers mittels der vorhandenen Rectificirschrauben auf der Alhidade des Instrumentes statt.

Da das Einstellen des auf der Mattscheibe gezogenen Faden- oder Linienkreuzes auf einen Punkt einer gewissen Unsicherheit (gegenüber einer Fernrohrvisur) nicht entbehrt, so prüft man noch mit Zuhilfenahme eines in nächster Nähe aufgestellten Nivellirinstrumentes, dessen wagrecht gestelltes Fernrohr durch einige Versuche genau in die gleiche Höhe des Fernrohres des Phototheodoliten gebracht wird, die Lage der optischen Achsen von Fernrohr und Objectiv in einer gemeinsamen Horizontalebene.

Unter der Annahme, dass der Aufnahmeapparat vollständig berichtigt ist und die Copien genau die Masse des Negativs (aus welchen sich direct nur schwer eine grössere Anzahl Masse entnehmen lässt) geben, hängt die zu erzielende Genauigkeit der ganzen Arbeit hauptsächlich von dem richtigen Abgreifen der Masse im Bilde (mitunter auch auf der Mattscheibe) ab. Sollen die Fehler nicht vergrössert werden, so wären im Grundrisse nur Punkte zu construiren, die zwischen die in natürlicher Grösse aufgetragene Entfernung von Standpunkt und Platte fallen.

Phototheodolit von Starke & Kammerer in Wien nach Oberstlieutenant Heinrich Hartl in Wien (1892).

Die Grundsätze, welche Oberstlieutenant Hartl für die Construction dieses Phototheodoliten aufstellte, waren folgende:

1. Das Instrument wird desto besser und zweckmässiger sein, je mehr man die Verschiedenartigkeit der Fälle, in denen es zur Anwendung kommen soll, einschränkt; es soll also kein Universal-Instrument werden, sondern nur dazu dienen, photogrammetrische Terrain-Aufnahmen in Landestheilen vorzunehmen, welche bereits mit trigonometrisch bestimmten Punkten hinreichend dotirt sind, und in welchen die weiteren Arbeiten mit der durch graphische Methoden (Messtisch) erreichbaren Genauigkeit durchzuführen sind.

2. In Anbetracht der grossen Schwierigkeit und Gefahr, welche mit dem Transporte von Glasplatten auf schlechten Saumwegen verbunden ist, sollen Films angewendet werden, und zwar in Rollcassetten, um das sonst nothwendige Plattenwechseln im Freien, oder das Mitführen einer sehr grossen Anzahl von Cassetten zu ersparen.

3. Das Instrument soll eine grosse Stabilität besitzen, damit es auch bei mässigem Winde noch verwendbar sei; deshalb muss auch ein sehr starres, kräftiges Stativ construirt werden, und letzteres überdies noch eine Vorrichtung erhalten, um durch Auflegen von grossen Steinen den Schwerpunkt des ganzen Apparates dem Erdboden möglichst nahe zu bringen.

4. Auf der dem Lichte exponirten Fläche muss sich auch ein Rahmen mit Centimeter-Theilung abbilden, um nach derselben das Eingehen der Folie und der danach angefertigten Positive ermitteln zu können.

5. Aufstellung und Rectification des Instrumentes muss sich auf jedem Standpunkte, ohne Anwendung besonderer Hilfsmittel, die man nicht jederzeit zur Hand hat, durchführen lassen.

6. Die Verpackung ist so einzurichten, dass das Instrument, wenn es nur von einem Standpunkte zum nächsten, durch Menschen, transportirt werden soll, im Kasten verwahrt werden kann, ohne dass man genöthigt ist, einzelne Bestandtheile des Phototheodoliten abzuschrauben, oder auszuheben und getrennt von den übrigen zu verwahren. Dagegen ist die Verpackung für weitere Reisen so zu bewerkstelligen, dass sie möglichste Sicherheit gegen Beschädigung bietet.

Die Construction des Instrumentes (Fig. 822a) ist folgende:

Der Theodolit-Unterbau hat eine dreiarmige Alhydade, auf welcher, zum Verticalstellen der Umdrehungsachse, Kreuzlibellen befestigt sind.

Diese sind in derselben Weise zu behandeln und zu rectificiren, wie bei jedem anderen Theodoliten.

Die aus sehr gut ausgetrocknetem Holze angefertigte Camera ruht mit drei Fussschrauben auf den Armen der Alhydade auf, und wird durch eine Centralschraube mit einem Kugelgelenk der Alhydade derart verbunden, dass man der Camera mittels der erwähnten Fussschrauben, noch kleine Bewegungen ertheilen, und dadurch die auf der Camera befestigten Kreuzlibellen zum Einspielen bringen kann.

An der offenen Rückseite der Camera ist ein Messingrahmen festgeschraubt, an dem, durch Einkerbungen, eine Centimeter-Theilung ersichtlich gemacht ist. Vier tiefere Einkerbungen (je eine in den vier Seiten des rechteckigen Rahmens) bezeichnen die Entpunkte der mittleren horizontalen und verticalen Linie, welche beide Linien das Fadenkreuz des Phototheodoliten repräsentiren.

Der Rahmen ist vom Mechaniker senkrecht zur optischen Achse des Objectives gestellt; eine der beiden an der Camera befestigten Kreuzlibellen steht parallel der optischen Achse. Sobald die Ebene des Rahmens vertical ist, sollte diese Libelle einspielen. Um dies zu prüfen, wird ein I förmiges, mit einer Reversionslibelle versehenes Messingstück an den Rahmen gehalten, und die Reversionslibelle, mit der unter dem Objective der Camera befindlichen Fussschraube, zum Einspielen gebracht; stimmt dies auch in der verkehrten Lage des Messingstückes (wobei jetzt „oben" und „unten" gegen die vorige Lage vertauscht ist), so steht der Rahmen vertical, und die der optischen Achse parallele Libelle muss jetzt ebenfalls einspielen, eventuell mit ihrer Rectificationsschraube zum Einspielen gebracht werden.

Gibt aber die Reversionslibelle in den zwei verschiedenen Lagen ihres Trägers verschiedene Anzeigen, so muss zuerst diese rectificirt werden.

Die Spielpunkt-Tangente der zweiten Kreuzlibelle soll parallel sein zu der mittleren Horizontallinie des Centimeterrahmens. Um dies zu prüfen, legt man die Mattscheibe ein, und sucht einen gut markirten Punkt im Terrain, dessen von der Objectivlinse erzeugtes Bild mit dem Mittelpunkte der Mattscheibe zusammenfällt. Dieser Mittelpunkt, ersichtlich gemacht durch den Schnitt der vom Mechaniker auf der Mattscheibe gezogenen beiden Diagonalen, ist zugleich der Mittelpunkt des Centimeter-

rahmens, und auch der Punkt, in welchem die vordere Fläche der Mattscheibe von der optischen Achse des Objectives getroffen wird. Hat man die früher besprochenen

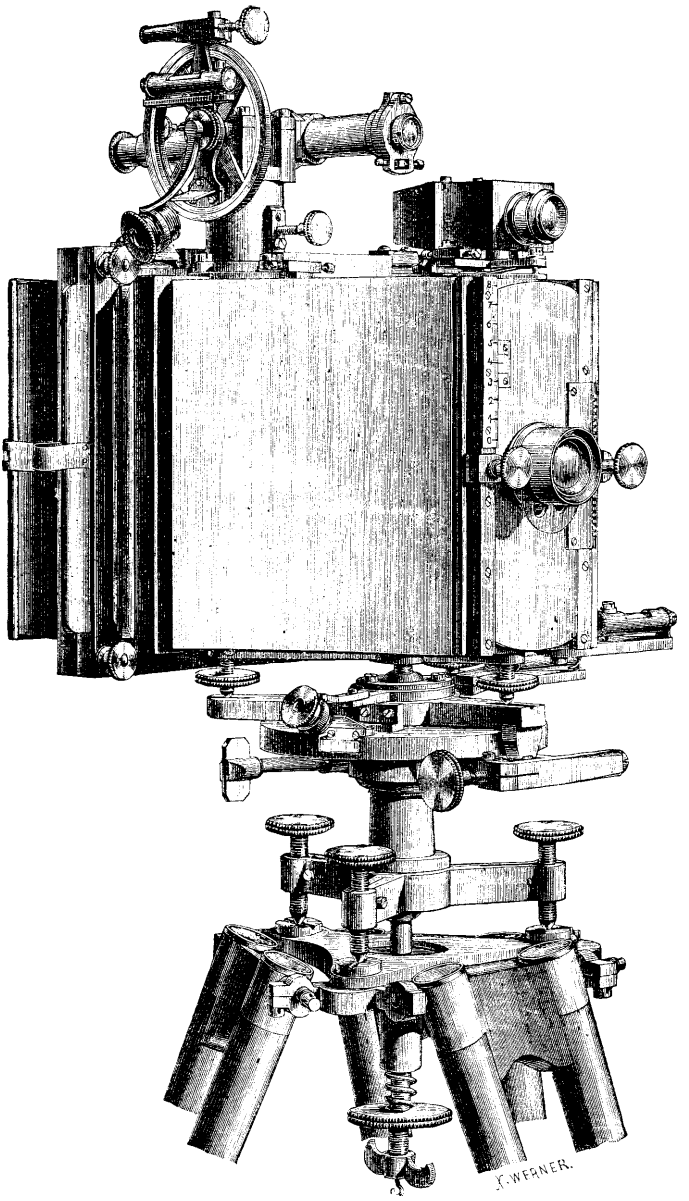


Fig. 822a. Oberstlieutenants Hartl's Phototheodolit.

Rectificationen durchgeführt, so dreht man die Alhydade soweit nach links und rechts, bis der eben erwähnte Punkt im Terrain, der vorhin auf dem Mittelpunkte der Mattscheibe sichtbar war, nunmehr an dem linken, beziehungsweise rechten Rande des

Rahmens erscheint. Fällt er in diesen beiden Stellungen genau auf die respectiven beiden tieferen Einkerbungen, deren Verbindungslinie den Horizontalfaden" darstellt, so ist diese Verbindungslinie horizontal; steht das Bild des Terrainpunktes aber an dem einen Rande höher, am anderen tiefer als die dort befindliche Marke, dann wird dieser Fehler mit Hilfe der zwei Fussschrauben der Camera, die sich unter dem Rahmen befinden, weggebracht. Der „Horizontalfaden" ist jetzt wirklich horizontal, und nun muss auch die zum Rahmen parallel gestellte Libelle einspielen, eventuell mit ihrer Justirschraube zum Einspielen gebracht werden.

„Vertical-" und „Horizontalfaden" sind mit Hilfe der Theilmaschine zu einander senkrecht gestellt, ersterer ist also gewiss vertical, wenn der letztere horizontal ist.

Das Objectiv der Camera ist ein Anastigmat von Zeiss in Jena, die Brennweite — nach einer vorläufigen Bestimmung — 21,19 cm und die Bildgrösse 14×19 cm.

IV. Messtisch-Photogrammeter von Hauptmann Baron Hübl in Wien.

Bei jeder photographischen Aufnahme müssen Winkelbestimmungen vorgenommen werden, um die Bildebenen gegen die gewählten Standpunkte orientiren zu können.

Zu diesem Zwecke benützt man entweder, wie erwähnt, ein eigenes Winkelmessinstrument, oder man combinirt ein solches mit der photographischen Camera.

Die gegenwärtig gebräuchlichste Construction ist der Phototheodolit; er ist ein Apparat von allgemeinster Anwendbarkeit und liefert bei guter Ausführung und sachkundigem Gebrauche vollkommen verlässige Resultate. — Doch mag in manchen Fällen es wünschenswerth sein, den Apparat und die Methode der Winkelbestimmung thunlichst zu vereinfachen.

Da bei der Verwerthung der photographischen Aufnahme die gemessenen Winkel mittels eines Transporteurs oder einer Sinustafel auf die Zeichenfläche aufgetragen werden müssen, so liegt die Idee nahe, das Messen der Winkel ganz zu umgehen und sie durch Ziehen der Rayons auf einem Blatt Papier zu fixiren.

Bei der Construction des Planes können dann diese Winkel mit grösster Leichtigkeit und Genauigkeit auf die Zeichenfläche übertragen werden.

Nach diesen Gesichtspunkten hat Hauptmann Baron Hübl in Wien einen Apparat construirt[1]), welcher nachstehend beschrieben ist: Der Apparat Hübl's, Messtisch-Photogrammeter genannt (Fig. 822b), besteht aus einer photographischen Camera C, deren obere Fläche ein Zeichenbrettchen M bildet, und einem Perspectivlineal K, das, um einen Zapfen Z drehbar, das Ziehen der Rayons ermöglicht. Der Zapfen lässt

1) Ausgeführt von der Firma Lechner in Wien (1892).

sich entweder in der Mitte des Brettchens oder über dem Objectiv befestigen, so dass bei gewissen Operationen, die lange Rayons erfordern, z. B. bei Bestimmung der Bildweite, ein Uebertragen der Winkel nicht erforderlich ist.

Der in der Linealkante liegende Drehpunkt wird durch einen Nadelstich markirt.

Das Messen der Höhenwinkel wird durch einen kleinen am Fernrohrständer angebrachten Verticalkreis ermöglicht.

Um die Bildweite jederzeit constant zu erhalten und die sonst unvermeidlichen Cassettenfehler zu eliminiren, wird die photographische Platte mittels Spiralfedern gegen einen mit dem Objectiv starr verbundenen Metallrahmen a, der die Horizontal- und Verticalmarken enthält, gepresst.

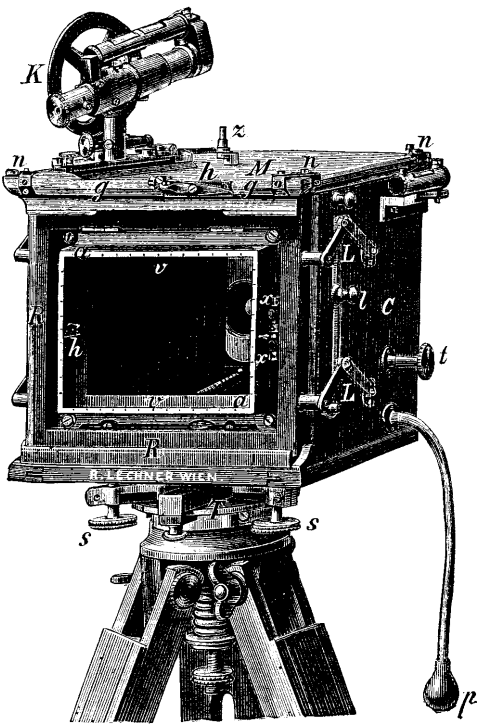


Fig. 822b. Hübl's Messtisch-Photogrammeter.

Bei Arbeiten, die keine besondere Präcision erfordern, kann eine Rollcassette mit Celluloïdfilms verwendet werden, wobei die Bildung grösserer Falten durch das Anpressen des erwähnten Rahmens verhindert wird. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Celluloïdfolie in der Rollcassette eine elastische Streckung erleidet, daher die sich ergebenden Terrainbilder in horizontaler und verticaler Richtung scheinbar verschiedenen Bildweiten entsprechen. Diese scheinbaren Bildweiten lassen sich aber durch Messen der Horizontal- und Verticalmarkenentfernungen leicht ermitteln, wenn man es nicht vorzieht, das Einpassen der Bildebene nach drei gezogenen Rayons vorzunehmen.

Der Apparat ist in Verbindung mit einer Rollcassette besonders als Reiseapparat für flüchtige Aufnahmen grösserer Terrainstrecken geeignet.

Bei Arbeiten, welche thunlichste Genauigkeit erfordern, kann der Apparat selbstverständlich den Phototheodoliten nicht ersetzen; mindestens

soll er in diesen Fällen nicht für die Ermittlung von Standpunkten, die ausserhalb der gemessenen Basis liegen, verwendet werden[1]).

Hübl's Messtisch-Photogrammeter gestattet nebst der Anwendung von Celluloïdfolien in Rollcassetten den Gebrauch von photographischen Glasplatten in den üblichen Cassetten des Werner-Apparates.

Die Camera besitzt alle jene Einrichtungen, welche an einen Photogrammeter gestellt werden müssen; sie erlaubt also das genaue Verticalstellen der Bildebene, besitzt Marken für die Anzeige der Horizontal- und Verticalebene und ist derart gebaut, dass die unveränderte Lage des Objectivs zur Bildebene vollkommen gesichert ist.

Das Ziehen der die Horizontalwinkel bildenden Rayons und die Bezeichnung des erwähnten Drehpunktes erfolgt auf einem Cartonblatte, welches an den Ecken durch geeignete Vorrichtungen n unverrückbar festgeklemmt werden kann. Das Cartonblatt ist in der Ausdehnung des Drehzapfens durchlocht und lässt sich nach dem Auflegen so weit unter die Visirvorrichtung schieben, dass der Nadelstich ausserhalb der Durchlochung zu liegen kommt.

Diese Einrichtung gewährt den Vortheil, dass die Horizontalwinkel auch durch kurze Rayonstücke vollkommen präcisirt sind und sich bei der Construction des Planes leicht und sicher übertragen lassen.

Um die Ausdehnung des Bildes ohne Anwendung der Visirscheibe beurtheilen zu können, sind an der rückwärtigen Seitenfläche des Brettchens zwei Grenzmarken g angebracht, welche mit der Ausdehnung des Anlegerahmens correspondiren. Stellt man daher die Ziehkante des Lineals an diese Marken, so zeigt das Fernrohr die am Bildrande liegenden Objecte.

Zwischen diesen Marken ist ein Hebel h drehbar befestigt, welcher an seinem Ende eine Rectificirschraube trägt, die einen Anschlag für das Lineal der Kippregel bildet. Bringt man das Lineal zum Anschlag, so erhält man einen in der Hauptverticalen des Apparates liegenden Rayon, der als „Mittelrayon" bezeichnet werden soll. Da es bei photogrammetrischen Aufnahmen zweckmässig erscheint, einige Höhenwinkel (mindestens die Differenzen in der Höhenlage der Standpunkte) zu bestimmen, so wurde die Kippregel mit einem kleinen Höhenkreise versehen oder sie erhält eine Einrichtung, welche das graphische Fixiren der Verticalwinkel mittels Nadelstichen am Cartonblatte ermöglicht.

Bei letzterer Einrichtung (graphischer Höhenmesser) können zwar bei Bestimmung der Winkel Fehler bis circa 5′ vorkommen, sie gewährt aber den Vortheil, dass das Ablesen und Notiren der Winkel vollkommen entfällt, was namentlich bei der Verwendung des Photogrammeters auf Reisen von Vortheil sein dürfte.

Um die Kippregel in beiden Stellungen des Drehzapfens gebrauchen zu können, sind dem Apparate zwei Lineale von verschiedener Länge beigegeben und es lässt sich das Fernrohr auf jedem derselben befestigen. Das Gerippe der Camera ist aus Metall (fast durchaus Aluminium) hergestellt und mit leichten Brettchen verkleidet.

Das Objectiv, ein Anastigmat von Zeiss, ist an einer in Schlittenführung laufenden Metallplatte befestigt, mit einem durch die Kautschukbirne p pneumatisch auszulösenden Verschlusse versehen und lässt sich durch einen Zahntrieb t heben und senken. Ein Millimeter-Massstab mit Nonius gestattet das Ablesen der jeweiligen Objectivstellung.

---

1) Lechner's Mittheilungen. März 1892.

Mit dem Metallgerippe der Camera durch Schrauben verbunden, ragt nach rückwärts der mit Spitzmarken versehene Anlegerahmen hervor, welcher zum Zwecke der Rectificirung eine geringe Drehung durch die Schrauben x zulässt.

In der Höhe der Horizontalmarken sind an der Innenfläche des Rahmens zwei Metallstreifen befestigt, auf welchen sich bei der Rectification dieser Marken eine Wasserwaage auflegen lässt.

Correspondirend mit den Verticalmarken vv sind auf der Fläche des Anlegerahmens zwei Linien eingerissen, über welche ein Coconfaden gespannt werden kann. Die Fläche des Anlegerahmens entspricht jederzeit der Bildfläche. Der Schnitt dieser Ebene mit der Horizontalebene des Tischchens (die Bild- oder Plattentrace) lässt sich mit Hilfe einer dem Apparate beigegebenen, aus zwei Linealen bestehenden Vorrichtung auf dem Cartonblatte ziehen und erleichtert wesentlich das Orientiren der Bilder bei der Ausführung der Construction.

Der mit der Camera lichtdicht aber lose verbundene Rahmen R lässt sich mittels der Kniehebel L vom oder zum Anlegerahmen bewegen und dient zur Aufnahme der Cassette. Werden die Kniehebel durch Herabdrücken der Knöpfe l gestreckt, so ist die Cassette vom Anlegerahmen circa 10 mm entfernt und es lässt sich der Schieber anstandslos aufziehen. Hebt man dann die Knöpfe nach aufwärts, so bewegt sich der Cassettenrahmen gegen den Apparat und die Platte oder Folie wird gegen den Anlegerahmen gepresst. Damit dieses Anlegen der Platte nicht übersehen wird, befindet sich im Apparate eine Vorrichtung, die das Exponiren bei nicht anliegender Platte unmöglich macht. In dieser Plattenstellung ist nämlich die Luftcommunication zum Verschlusse unterbrochen und wird erst automatisch geöffnet, wenn die Platte gegen den Anlegerahmen bewegt wird.

Der Apparat wird von einem kräftig gebauten Dreifussstative getragen, auf dessen Kopf sich der mit Horizontirungsschrauben s versehene, aus Aluminium hergestellte Cameraträger T aufsetzen lässt. Die Verbindung der Camera mit dem Stative bewirkt eine den Stativkopf durchsetzende Stangenschraube, deren Muttergewinde sich im Bodenbrette des Apparates befindet und durch eine Spiralfeder wird das stets gleichmässige Aufliegen der Camera auf den Horizontirungsschrauben gesichert.

Rectification des Apparates.

1. Die Rectification der am Tischchen stabil befestigten Wasserwaagen geschieht durch Vergleichen der beigegebenen Wasserwaage, die man auf die Mitte des Tischchens auflegt.

2. Die Rectification der Kippregel erfolgt in der üblichen Weise.

3. Um den Anlegerahmen auf seine richtige, d h. verticale Stellung zu prüfen, benützt man das beigegebene Winkellineal mit aufgesetzter Wasserwaage. Eine eventuelle Abweichung über 5′ müsste durch Einlegen von Blechstreifen unter dem Rahmen corrigirt werden.

4. Für das Rectificiren der Horizontalmarken ist dem Apparate ein Messinglineal beigegeben, auf welches die Wasserwaage aufgelegt und das auf die in der Höhe der Marken befindliche Auflager eingeschoben wird.

Die Auflegefläche des Lineals ist durch einen Coconfaden markirt. Im Falle die Libelle des Lineals nicht einspielen sollte, wird der Anlegerahmen nach Lockerung der Befestigsschrauben mittels der seitwärts angebrachten Rectificirschrauben entsprechend gedreht, dann sucht man mit Hilfe des Fernrohres ein mindestens 500 m entferntes, gut sichtbares Object und beobachtet mit der Lupe (am besten ohne Visirscheibe), ob das Bild desselben im Coconfaden liegt. Eine eventuelle Abweichung corrigirt man durch Heben oder Senken des Objectivs.

5. Rectification des Nullpunktes, d. i. jenes Punktes, in welchem die Horizontale von der Verbindungslinie der Verticalmarken geschnitten wird. Dieser Punkt bildet den Ausgangspunkt für die Messung der Abscissen auf den Bildern und wird zum Hauptpunkte des perspectivischen Bildes, wenn die durch die Marken gelegte Verticalebene senkrecht anf der Bildebene steht.

Da die Trace der Bildebene bekannt ist, so ist es principiell nicht nöthig, dass der Nullpunkt gleichzeitig der Hauptpunkt ist, und es genügt vollkommen, wenn die Projection dieses Punktes im Mittelrayon liegt.

Um den Apparat in dieser Beziehung zu prüfen, wird über die Verticalmarken mittels der vorhandenen Klemmfedern ein Coconfaden gespannt, dann das Lineal in die Anschlagstellung gebracht, mit dem Fernrohre ein gut sichtbarer Punkt gesucht und beobachtet, ob das Bild desselben im Faden liegt. Sollte dies nicht der Fall sein, so wird die Rectificationsschraube des Anschlaghebels entsprechend verstellt. Man benützt zu diesem Zwecke wieder die Lupe und beobachtet am besten ohne Visirscheibe.

Es ist zu berücksichtigen, dass die in dieser Weise gefundene Stellung des Anschlaghebels für die beiden Lineale nicht vollkommen die gleiche ist, dass man also bei einem Wechsel des Lineals die Anschlagstellung erneuert zu rectificiren hat.

6. Bestimmung der Bildweite.

Auf einem Cartonblatte werden der Mittelrayon und die Bildtrace gezogen, der Drehpunkt pikirt und von einem freien Aussichtspunkte mehrere Horizontalwinkel nach gut sichtbaren Punkten durch Ziehen der Rayons mittels des langen Lineals fixirt.

Man macht dann eine photographische Aufnahme und passt die aus dem Negative zu entnehmenden Horizontalabstände in das am Carton gezogene Strahlenbüschel ein. Die in dieser Weise gefundene Plattenlage braucht nicht genau mit der bei der Aufnahme gezogenen Bildtrace zusammenzufallen, sie muss aber parallel zu dieser liegen, und ihr senkrechter Abstand vom gestochenen Drehpunkte ist die gesuchte Bildweite.

Gebrauch des Apparates.

Nach dem Aufstellen des Stativs wird der Cameraträger aufgesetzt, die Camera derart auf die Horizontirungsschrauben gestellt, dass deren Spitzen in den Einschnitten der Bodenplättchen liegen, die Verbindung mit der Stangenschraube herstellt und durch Verschieben der Stativfüsse die obere Apparatfläche in eine möglichst horizontale Lage gebracht.

Man befestigt dann ein Cartonblatt am Tischchen, legt die Kippregel auf, pikirt den Drehpunkt und zieht den Mittelrayon und die Trace der Bildebene.

Ob der vordere oder mittlere Drehpunkt zu benützen ist, hängt von der zu lösenden Aufgabe ab. Bei naheliegenden Objecten (unter 100 m, bei gegebenen Standpunkten und wenn thunlichste Genauigkeit angestrebt wird, erscheint es geboten, das längere Lineal zu verwenden; müssen aber auch seitswärts oder rückwärts liegende Punkte rayonnirt werden, wie dies bei flüchtigeren Aufnahmen der Fall sein wird, um weitere, ausserhalb der Basis gelegene Standpunkte zu fixiren, so muss man sich des mittleren Drehpunktes und des kurzen Lineals bedienen.

Nachdem am Cartonblatt die oben angeführten Constanten markirt wurden, gibt man der Camera jene Richtung, in der die erste Aufnahme erfolgen soll und überzeugt sich mittels des Fernrohres, ob alle wünschenswerthen Objecte innerhalb des Bildes zu liegen kommen, worauf man die Cassette einlegt, den Schuber aufzieht und die Platte an den Anlegerahmen anstellt.

Nun bringt man die Wasserwaage am Tischchen mittels der Horizontirungsschrauben zum Einspielen, zieht die nothwendigen Rayons und notirt eventuell die Verticalwinkel.

Jeden Rayon beschreibt man am Cartonblatte, um Irrungen zu vermeiden und exponirt schliesslich die Platte, nachdem man sich nochmals von der richtigen Stellung der Wasserwaagen überzeugt hat.

Für die Construction des Planes benützt man Cyanotyp-, Aristo- oder Bromsilbercopien in nicht aufgespanntem Zustande.

Man überzeugt sich zunächst durch Messen der Horizontal- und Vertical-Markenentfernung, ob bei dem Copirprocesse eine Deformation des Bildes stattgefunden hat, rechnet die den Dimensionen der Copie entsprechende Bildweite und notirt sie auf den Bildern.

Diesem Vorgange muss besonders bei Verwendung von Films thunlichste Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Die auf den Cartonblättern vorhandenen Rayons überträgt man mittels Kreisbögen auf das Zeichenblatt, orientirt die Bilder mit Berücksichtigung der corrigirten Bildweite und der am Carton vorhandenen Bildtrace und verfährt in der sonst üblichen Weise weiter.

DREISSIGSTES CAPITEL.

DIE SOLAR-CAMERA UND VERSCHIEDENE VERGRÖSSERUNGS-APPARATE MIT UND OHNE CONDENSATOREN.

Um nach einer kleinen Photographie eine Vergrösserung herzustellen, kann man mehrere Wege einschlagen. Es kommt hier in Betracht:

1. Die directe Herstellung eines vergrösserten positiven Bildes auf Papier, Leinwand, Glas etc. nach dem kleinen Original-Negative. Zu diesem Zwecke verwendet man — falls Präparate von geringer Lichtempfindlichkeit benutzt werden — die Solar-Camera oder die Vergrösserungs-Camera mittels electrischem Lichte oder dergl., was weiter unten näher beschrieben werden wird.

Die Vergrösserungs-Apparate, bei welchem das concentrirte Sonnenlicht benutzt wurde, und welche man Solar-Apparate oder Solar-Camera nennt, erlangten frühzeitig eine grosse Wichtigkeit für die photographische Praxis, weil man in den Sechziger und Siebziger Jahren nur Copirverfahren von geringer Lichtempfindlichkeit kannte[1]) und keinen anderen Weg wusste, um nach kleinen Negativen directe grosse Papierpositive zu erhalten. Erst später bürgerten sich Vergrösserungen bei electrischem Lichte ein und erst seit den Achtziger Jahren verschafften

1) Man copirte nämlich die Vergrösserungen auf Albuminpapier völlig fertig (was in der Solar-Camera mehrere Stunden beanspruchte), oder copirte ein schwaches Bild auf Salzpapier (Chlorsilber), oder Jod-Bromsilberpapier, welches man auf citronensäurehaltigem Silberbade sensibilisirte, ungefähr mehrere Minuten bis $^1/_2$ Stunde belichtete und das schwache Lichtbild mit Gallussäure oder Pyrogallussäure, unter Zusatz von Citronensäure, Bleiacetat etc. entwickelte.

sich die sehr lichtempfindlichen Bromsilbergelatinepapiere, welche bei diffusem Tageslichte oder sogar bei Petroleumlicht gute Vergrösserungen in einigen Minuten geben, allgemeinen Eingang in die Praxis. Trotzdem sind die Solar-Vergrösserungs-Apparate wichtig genug, um ausführlich besprochen zu werden, obschon nicht mehr viele dieser kostspieligen Apparate von den Practikern in Betrieb gesetzt sind.

2. Die Herstellung eines vergrösserten Negatives, mittels welchem erst die positiven Copien erzeugt werden. Bei dieser Methode wird nach dem kleinen Negative ein Contact-Diapositiv (am besten mittels Pigmentdruck, oder mittels Bromsilber, oder Chlorsilbergelatine etc.) erzeugt und dieses zur Herstellung eines vergrösserten Negatives benutzt; dazu dienen meistens Apparate (Cameras) und Beleuchtungsvorrichtungen mit diffusem Tageslichte, wie sie auf S. 431 beschrieben sind. Seltener stellt man nach dem kleinen Negative ein vergrössertes Diapositiv und nach diesem ein Contact-Negativ her.[1])

Herstellung eines vergrösserten Negatives. Stellt man nach einem Negative ein Diapositiv her[2]) und danach ein vergrössertes Negativ, so kann man von dieser grossen Matrize viele unter sich gleiche Copien erhalten, was günstig erscheint, wenn mehrere derselben gewünscht werden. In diesem Falle kann eine tüchtige Retouche des Negatives die Retouche des positiven Bildes wesentlich erleichtern oder eventuell entbehrlich machen. Diese Methode wird gegenwärtig häufig benutzt. — Man kann auch nach dem kleinen Negative ein vergrössertes Diapositiv auf Bromsilbergelatine oder dergl. erzeugen und sowohl dieses, sowie das davon copirte grosse Contact-Negativ, retouchiren — jedoch ist dieser Weg der kostspieligere und wird seltener eingeschlagen. — Zur Herstellung solcher vergrösserter Negative bedient man sich meistens des zertreuten Tageslichtes und der auf Seite 431 und 672 (Fig. 470—476) abgebildeten Apparate. Hardwich's Methode, welche bereits in den 1850er Jahren angegeben wurde, bestand darin, dass man das Negativ in eine Oeffnung des Fensterladens steckte und das Lichtbild durch eine photographische Linse auf einen Schirm entwarf.

Diese Methode erwies sich bei der geringen Lichtempfindlichkeit der damals bekannten Positivpapiere nur als anwendbar für geringe Vergrösserungen; bei Vergrösserungen in ansehnlichem Massstabe war starkes Sonnenlicht erforderlich, und zwar selbst dieses nur dann, wenn dasselbe in grossen Sammellinsen concentrirt wurde. (Die hochempfindlichen Bromsilberpapiere wurden erst viel später bekannt.)

Aus diesem Grunde brachen sich alle jene Apparate, welche im letztgenannten Sinne functionirten („Solar-Cameras"), seit dem Jahre 1859 rasch Bahn und wurden bis zur Erfindung des Bromsilbergelatineverfahrens nahezu ausschliesslich verwendet.

Bereits Gatel machte im Juli 1854 („Gazette du midi" vom 8. Juli 1854, Bull. Soc. Franç. Bd. 6, S. 70) Vergrösserungen, indem er das Negativ in einer Camera anbrachte, einen reflectirenden Schirm aufstellte und ein Objectiv dem Negative so weit näherte, dass ein vergrössertes Bild enstand. — Griffiths empfahl im Jahre 1860 die

1) Hierher gehört auch Obernetter's Methode, mittels welcher nach einem kleinen Negative direct ein vergrössertes Negativ erzeugt wird (s. III. Bd.).

2) Z. B mittels Bromsilber-, Chlorsilber-Emulsion, Pigmentdruck etc.

Vergrösserung von Negativen ohne Benutzung von Condensatoren oder Reflectoren, sondern stellte die Camera mit dem zu vergrössernden Negative so auf, dass das Himmelslicht ungehindert durch dasselbe in den Apparat fallen konnte. Wenn er directes Sonnenlicht gebrauchte, so schaltete er eine Mattscheibe vor dem Negative ein. (Brit. Journ. Phot. 1860. Bd. 7, S. 96.)

I. Die Solar-Camera mit Spiegelvorrichtungen.

Die Verwendung des Sonnenlichtes zur Herstellung vergrösserter Bilder wurde schon seit langer Zeit versucht und die grosse Helligkeit derartiger Bilder bewog bereits Wedgwood und Davy im Jahre 1802 zu theilweise gelungenen Versuchen, die Bilder kleiner Gegenstände mittels des Sonnenmicroscopes photographisch abzubilden.[1]) Auch Professor Charles in Paris[2]) verwendete das durch eine Sammellinse condensirte Sonnenlicht zur Herstellung von Projectionsbildern zu Beginn unseres Jahrhunderts, jedoch hatten Wedgwood und Davy ohne Zweifel vor Charles eine Solar-Camera mit Condensator für photographische Zwecke mit Erfolg versucht.

Woodward in Baltimore construirte im Jahre 1857 zuerst einen Vergrösserungs-Apparat, bei welchem er Sonnenlicht mittels einer planconvexen Linse sammelte und dieses condensirte Sonnenlicht zur Herstellung von vergrösserten positiven Photographien nach kleinen Negativen benutzte; er liess denselben in England (unterm 22. Sept. 1857. Z. 2459) patentiren und brachte den Apparat im Jahre 1859 nach Paris und London zur Kenntniss der Fachkreise. Die Einrichtung seines Apparates war der Ausgangspunkt für die Construction aller späteren Solar-Cameras.

Beleuchtet man ein Negativ mittels des Sonnenlichtes, welches ein gewöhnlicher Planspiegel reflectirt (Fig. 823), so fallen die Strahlen parallel vom Spiegel B auf das Negativ A; wird das Bild durch das photographische Objectiv C aufgefangen, so kann durch dasselbe nur ein Lichtbüschel dringen, welches dem Durchmesser der Objectivöffnung entspricht. Wenn man aber das durch den Spiegel B (Fig. 824) reflectirte Sonnenlicht durch die Sammellinse D zu einem Strahlenkegel vereinigt, so wird jeder Sonnenstrahl, welcher auf die grosse Sammellinse D fällt und das Negativ A durchdrungen hat, auf das Vergrösserungsobjectiv C fallen und eine sehr erhöhte Helligkeit bei grosser Bildschärfe resultiren:

---

1) S. Eder, Geschichte der Photochemie (Bd. 1, erste Hälfte dieses Werkes. 2. Aufl. S. 61).

2) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 1, S. 136

auf diesem letzteren Vorgange beruht die Construction der Woodward-schen Solar-Camera (s. u.).

Leon Foucault[1]) machte aufmerksam, dass die Anordnung des Vergrösserungs-Apparates in zweifacher Weise geschehen kann. Entweder lässt man den Brennpunkt der durch den Condensator (*C* Fig. 825) und das Negativ gegangenen Sonnenstrahlen in die Mitte (oder richtiger

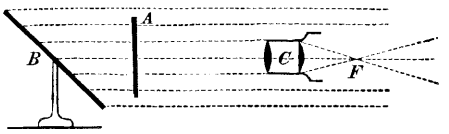


Fig. 823.

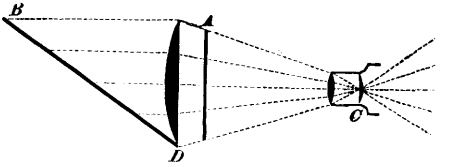


Fig. 824.

Solar-Camera.

den Hauptpunkt) des Vergrösserungs-Objectives (*L*) fallen; oder man lässt das im Brennpunkte des Condensators erzeugte Sonnenbild (*J* Fig. 826) hinter das Vergrösserungssystem (*L*) fallen, welche eine einfache Linse, oder besser ein Doppel-Objectiv ist; das Bild, welches durch die erste Anordnung entsteht, ist freier von sphärischer Aberration, das letztere ist gleichmässiger beleuchtet.

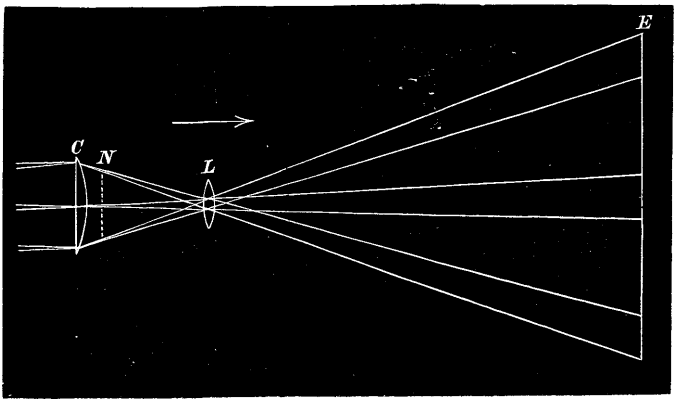


Fig. 825. Wirkung des Condensators.

Nach Claudet[2]), welcher sich zuerst mit der Theorie der Solar-Camera befasste, functionirt die Camera von Woodword bei der in Fig. 824 angedeuteten Einstellung nach folgenden Bedingungen: 1. Das Objectiv wirkt, um das Negativ zu vergrössern, durch seinen Centraltheil, welcher durch den Durchmesser des im Brennpunkte des Condensators gebildeten Sonnenbildes bedeckt ist. Da das Bild der Sonne im Brennpunkte des Condensators ein sehr kleines Scheibchen ist, so folgt hieraus, dass das vergrössernde Objectiv dadurch auf einen sehr kleinen Bruchtheil seiner Oeffnung reducirt wird.

1) Bull. Soc. Franç. 1861. Bd. 7, S. 1; Kreutzer's Zeitschr. 1861. Bd. 3, S. 214.
2) Bull. Soc. Franç. 1860. S. 249.

2. Alles Licht, welches von dem Condensator ausströmt, und durch das Negativ und dann das Objectiv hindurchgeht, dient dazu, das vergrösserte Bild des projicirten Negativs auf einer lichtempfindlichen Fläche fertig zu zeichnen.

3. Das vergrössernde Objectiv oder der Amplificator wirkt, um das Bild zu vergrössern, nach dem Gesetze der conjugirten Brennpunkte (s. S. 237).

Die optischen Bedingungen, welche bei der Anwendung des Sonnenlichtes zu erfüllen sind, da es parallel auf den Condensator fällt, sind sehr einfache. Der Condensator soll eine solche Brennweite haben, dass der Winkel, unter welchem die Strahlen convergiren, derselbe ist, wie der Bildwinkel des Vergrösserungssystemes [1]) Das vom Condensor erzeugte Sonnenbild soll in den ersten Hauptpunkt des photographischen Linsensystems fallen; das zu vergrössernde Negativ wird in den einen conjugirten Brennpunkt des Linsensystems gesetzt und die empfindliche Schicht in den anderen. Der Condensator braucht nicht achromatisch zu sein, wenn der Farbensaum, welcher nur an der Grenze des Lichtkegels sichtbar ist, durch eine Blende (aus

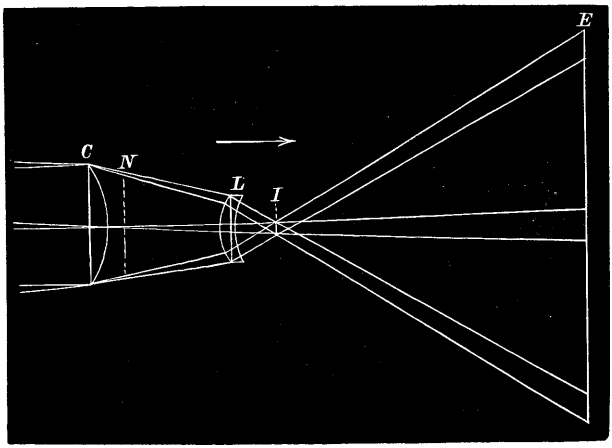


Fig. 826. Wirkung des Condensators.

schwarzem Bleche) abgeblendet wird, ehe er auf das Negativ fällt. Einen grösseren Einfluss hat die sphärische Aberration, da durch dieselbe leicht doppelte oder unscharfe Contouren auf der Vergrösserung entstehen. Durch die sphärische Längen-Aberration werden eine Reihe von Sonnenbildern hintereinander erzeugt und es kann natürlich nur eines derselben mit dem ersten Hauptpunkte des Linsensystems zusammenfallen. Der Effect aber, wenn das Licht noch von anderen Sonnenbildern ausstrahlt, ist der, dass die Contouren des vergrösserten Bildes nicht genau zusammenfallen, indem jedes der Sonnenbilder die Contouren auf einer etwas veränderten Stelle der empfindlichen Schicht auf der Platte erzeugt. (H. Schroeder.)

1) Man muss darauf achten, dass der Winkel des Strahlenkegels des condensirten Sonnenlichtes nicht grösser ist, als der Gesichtsfeldwinkel des Vergrösserungs-Objectives, damit kein Strahl, welcher aus der Condensorlinse tritt, in seinem Gange aufgehalten wird. In dem Falle, dass das Objectiv keinen genügenden Winkel umfasst, bilden sich (nach Monckhoven, Phot. Optik. 1887. S. 186) überdies Beugungswülste, die das Bild unscharf machen.

Da jedoch Vergrösserungen in der Regel nur einen mässigen Grad von Schärfe zu besitzen brauchen[1]), so reichen für gewöhnlich einfache Condensatoren (planconvexe Sammellinsen) zu diesem Zwecke aus; in der That sind die meisten Solar-Cameras nach Woodward und Wothly in dieser Weise eingerichtet. Monckhoven u. A. brachten eine Correctur an den Condensatoren an (s. u.)

Ist die Brennweite des Condensators B (Fig. 827) sehr kurz, so liegt der Brennpunkt bei Anwendung einer zu langen Camera vor dem Negative (bei E), sodass das letztere nicht mehr im convergirenden, sondern im divergirenden Strahlenbüschel liegt; es fällt dann nur noch ein kleiner Bruchtheil des Sonnenlichtes auf das Vergrösserungs-Objectiv D.

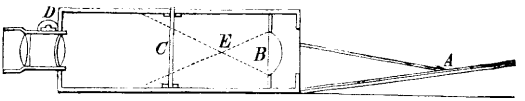


Fig. 827. Solar-Camera.

Dasselbe kann auch bei der fehlerhaften Anordnung in Fig. 828 eintreten, bei welcher das Negativ dem Condensator allerdings genähert ist, jedoch die Spitze des Strahlenkegels weit vor dem Vergrösserungs-Objective liegt.

Die Brennweite und der Durchmesser des Condensors sind in richtige Beziehung zu den Dimensionen des zu vergrössernden Negatives und des Vergrösserungs-Objectives zu bringen. Die Brennweite des Condensors (F_1) soll immer etwas grösser sein, als die doppelten Brennweite $2F$ des Vergrösserungs-Objectives[2]) (Fig. 839), damit man das Bild (N) zur Erzielung jedes möglichen Vergrösserungsverhältnisses in alle Lagen zwischen der doppelten und einfachen Brennweite bringen kann. Der Durchmesser (D) des Condensators hängt von der Grösse des Bildes ab; er muss letzteres in jeder Stellung voll beleuchten können, daher die entfernteste Stellung (N) des Bildes vom Condensator die hierfür massgebende ist. Nennt man d die Diagonale des rechteckigen Negatives und beachtet man, dass das Negativ in seiner nächsten Stellung vom Condensator noch um einige (etwa 5) Centimeter abstehen muss, damit etwaige Fehler des letzteren keinen schädlichen Einfluss ausüben, so ergibt sich aus der Fig. 829

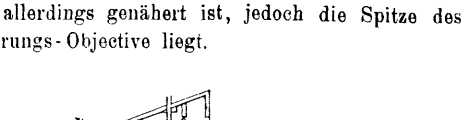


Fig. 828. Solar-Camera.

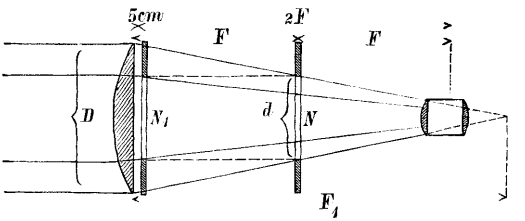


Fig. 829. Condensator.

$$D : d = F_1 : (F_1 - F - 5\text{ cm}),$$

woraus:

$$D = d\,\frac{F_1}{F_1 - F - 5\text{ cm}} = \text{nahezu } 2\,d.$$

---

1) Siehe dieses Handbuch. I. Bd., 2. Hälfte, S. 215 (2. Aufl.): „Allgemeine Anforderungen an die sog. Bildschärfe."

2) Pizzighelli, Handbuch I, S. 372.

Es wird also der Condensator circa zweimal so gross sein müssen, als ein vom Bilde umschriebener Kreis.

Die geeignetste Stellung des Negatives bezüglich der Beleuchtung ist offenbar jene in N, wo der ganze Lichtkegel ausgenützt wird, während bei der Stellung N_1 nur ein Theil des Lichtkegels zur Verwendung kommt. Wollte man daher zur Erzielung des möglichsten Lichteffectes die Lage des Negatives unverändert lassen, so müsste man für die verschiedenen Vergrösserungen Objective von verschiedener Brennweite in Anwendung bringen, oder durch Hinzufügung von Linsen die Brennweite des Condensators entsprechend modificiren.

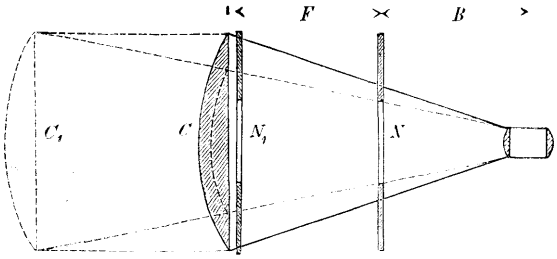


Fig. 830. Condensator.

Die angegebenen Verhältnisse für Durchmesser und Brennweite des Condensators mit Rücksicht auf Grösse des Bildes und Brennweite des Aufnahmsobjectives müssen wenigstens annähernd eingehalten werden.

Würde man, um mehr Licht zu gewinnen, den Condensator C (Fig. 830) grösser nehmen, ohne auch dessen Brennweite zu vergrössern, so könnte man den Vortheil der grösseren Lichtintensität nicht ausnützen, da für beide Grenzstellungen N und N_1

Fig. 831.

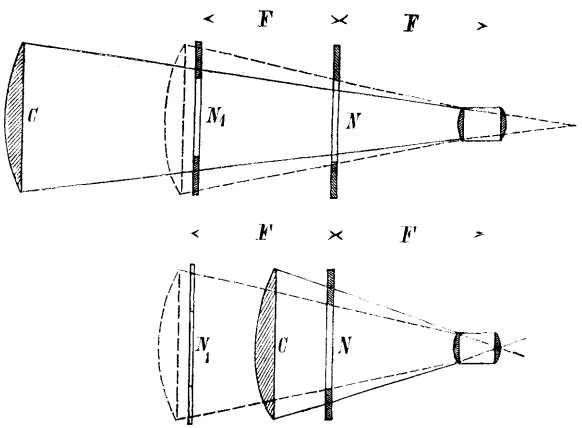


Fig. 832. Condensator.

des Bildes der volle Lichtkegel nicht ausgenützt werden kann. Gibt man aber dem grösseren Condensator (C_1 in der Fig. 830 punktirt) auch eine grössere Brennweite, so wird der kräftigere Lichtkegel besonders für jene Stellung (N) des Bildes, welche einer bedeutenden Vergrösserung entspricht und daher keiner kräftigen Belichtung mehr bedarf, vollständig ausgenützt.

Gibt man bei Beibehaltung des Durchmessers dem Condensator (C, Fig. 831) eine grössere Brennweite, so können nur mässige Vergrösserungen damit gemacht

werden, da das Bild in der Stellung N und in der Nähe derselben nicht ganz beleuchtet wird.

Bei nur kleiner Brennweite (Fig. 832) sind umgekehrt nur starke Vergrösserungen möglich, da zur Aufstellung des Bildes für mässige Vergrösserungen (Stellung N_1) kein Raum vorhanden ist.

In beiden Fig. 831, 832 ist die richtige Stellung des Condensators punktirt angedeutet.

A. Woodward's Solar-Camera.

Die Solarcamera von Woodward (Fig. 833) besteht im Wesentlichen in der grossen Linse CJ, Condensator genannt, in deren Hauptbrennpunkt sich eine achromatische Linse E befindet. Ein Spiegel AB lenkt die Sonnenstrahlen rr auf den Condensator, und das Negativ, welches durch eine Mikrometerschraube bewegt werden kann, befindet sich zwischen beiden Linsen in einer Entfernung, die durch den Abstand des Schirmes FG, worauf das Bild entsteht, bestimmt wird.

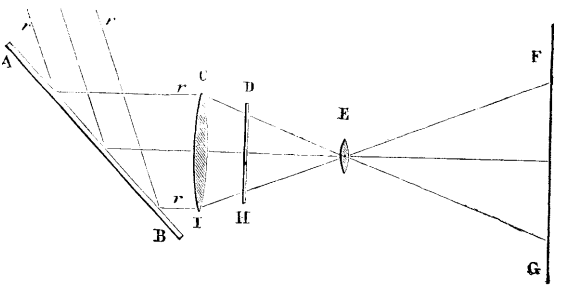


Fig. 833. Woodward's Solar-Camera.

Der Condensator hat einen Durchmesser von 50 cm und darüber. Je grösser diese Linse ist, desto mehr Licht sammelt sie.

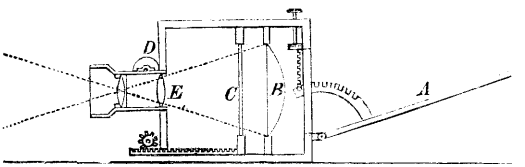


Fig. 834. Woodward's Solar-Camera.

Der Condensator ist nicht achromatisch. Seine Brennweite beträgt in der Regel nicht weniger als den zweifachen, und nicht mehr als den dreifachen Durchmesser.

Das in E anzubringende Objectiv muss achromatisch sein. Ueber die Stellung desselben wurde bereits oben berichtet.

Das Negativ lässt sich in der Richtung des optischen Systems bewegen, es muss somit die Vorrichtung zu diesem Zwecke speciell vorhanden sein (Zahnstange).

Die gewöhnliche Form der Woodward'schen Solar-Camera besteht aus einem viereckigen Kasten, vor welchem ein geneigter Spiegel (A Fig. 834) angebracht ist, welcher die directen Sonnenstrahlen in die planconvexe Linse B (dem „Condensator") führt; die Zeichnung zeigt den einfachen Mechanismus, durch welchen die Neigung des Spiegels je nach der

Stellung der Sonne verändert werden kann. Der Condensator *B* macht die Strahlen convergent; die Spitze des Strahlenkegels fällt in die Mitte des Vergrösserungs-Objectivs *E* (Petzval-Objectiv). *C* ist das in einem beweglichen Rahmen gehaltene Negativ, dessen vergrössertes Bild auf eine verticale Wand geworfen wird. — Fig. 835 gibt die perspectivische Ansicht der Woodward'schen Solar-Camera.

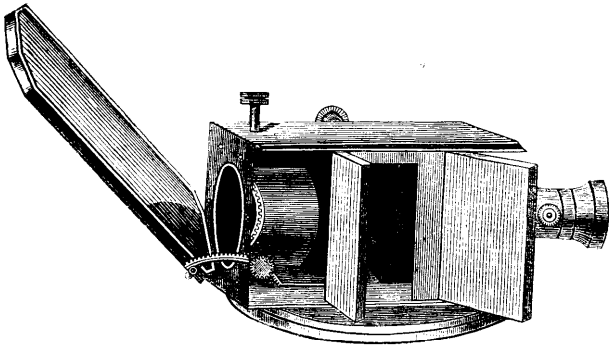


Fig. 835. Woodward's Solar-Camera.

Wothly in Aachen veränderte die Woodward'sche Solarcamera im Jahre 1860 in practischer Weise und legte fast lebensgrosse Porträte in der Sitzung der französischen Academie der Wissenschaften am 8. October 1860 vor, welche mit seiner Solar-Camera vergrössert worden waren (Compt. rend. Bd. 51, S. 558); Disderi in Paris erwarb sich im selben Jahre dieses Verfahren mit dem Recht, es nach Frankreich auszuführen, um 20000 Franken. Diese Form der Solar-Camera bestand darin, dass der Reflector von dem Apparate getrennt wurde, wodurch Erschütterungen während der Belichtung durch das Drehen des Spiegels vermieden wurden. Der Spiegel (*A*) war zwischen zwei starken Ständern (*B* und *D*) angebracht (Fig. 836a).

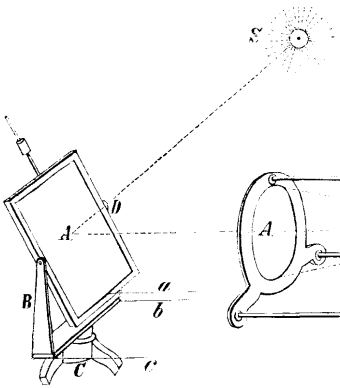


Fig. 836a.

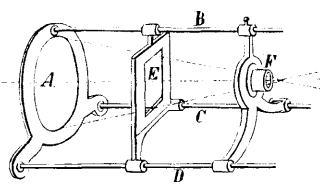


Fig. 836b.

Wothly's Solar-Camera.

Ein an dem oberen Theile des Spiegels angebrachtes Gewicht, zog denselben nach einer Richtung, nach der entgegengesetzten Richtung wirkte eine Schnur *a*, welche nach dem Dunkelzimmer ging, und um eine Rolle gewunden war, die durch eine Schraube ohne Ende regulirt wurde. Zwei Schnüre *b* und *c*, theilten dem Spiegel seine zweite Bewegung um die durch den Dreifuss *C* getragene verticale Achse mit.

Der Spiegel *A* wurde gegen Norden aufgestellt, die belegte Seite desselben gegen Süden gerichtet, über dem Dach eines kleinen niedrigen Gebäudes. Der Reflector war also um einige Meter von dem Apparat getrennt (im Freien stehend). Die eigentliche Solar-Camera war aus einem Condensator *A* (Fig. 836b), zusammengesetzt, welchem Wothly einen Durchmesser von 10 bis 30 und selbst 36 Zoll gab, und der eine plan-convexe Form besass.[1]) Diese Linse hatte eine Focuslänge, welche ungefähr $1^1/_2 - 2$ mal ihrem Durchmesser gleichkam, und war in einen eisernen Ring gefasst, der durch drei eiserne, gleich weit von einander entfernte und perpendiculär zur Contour der Linse befindliche Stäbe gehalten wurde. Auf diesen Stäben war ebenfalls das Objectiv *F* im Brennpunkt des Condensators befestigt.

Der Rahmen *E*, welcher zur Aufnahme des Negativs bestimmt ist, liess sich zwischen dem Objectiv und dem Condensator mit Hilfe einer

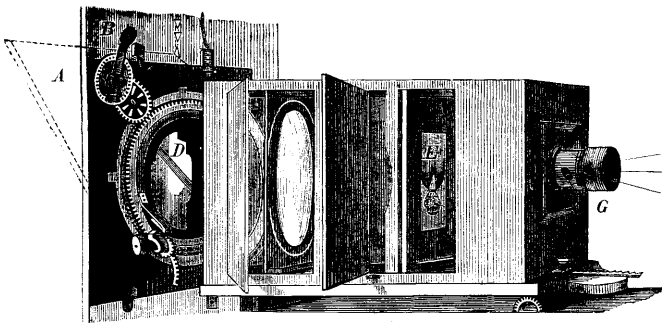


Fig. 837. Solar-Camera mit Heliostat.

endlosen Schraube, welche in der Figur nicht dargestellt ist, bewegen. Der Apparat war ganz aus Eisen und in einen Holzkasten eingeschlossen.

Fig. 837 zeigt die Woodward'sche Camera in jener Form, welche ihr Hermagis im Jahre 1862 gab[2]); er vergrösserte die Linse und trennte (ebenso wie Wothly) den Spiegel (*A*) vom Apparate; der Spiegel wurde durch den Ring bei *D* an einem Fensterladen befestigt; *E* ist das Negativ, *G* die Vergrösserungslinse. Später construirte Hermagis noch einen anderen Vergrösserungsapparat: Den „Méridian photographique" s. unten S. 682.

1. Die k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien besitzt eine Wothly'sche Condensator-Linse von 1 m Durchmesser und 2 m Brennweite, welche daselbst in einer Solar-Camera angebracht ist.

2) Bull. Soc. franç. 1862. S. 120.

Die Reflectoren, welche das Sonnenlicht in den Condensator werfen, sind Quecksilber-Spiegel oder versilberte Glasspiegel.

Die gewöhnlichste Fassung des Spiegels ist in Fig. 838 dargestellt. Ein Rahmen aus Bronze $BCDE$ ist im Fensterladen des Dunkelzimmers befestigt, er trägt ein gezahntes Rad, welches eine grosse kreisförmige Oeffnung hat. Dies gezahnte Rad ist auf der Figur nicht sichtbar, man sieht nur die Triebstange desselben.

Dies Rad ist gross genug, um ein Räderwerk a zu tragen, woran der Spiegel befestigt wird; G ist die gezahnte Triebstange, welche den Spiegel stellt, und H die Spalte der Scheibe, welche das grosse gezahnte Rad verdeckt und der Triebstange G erlaubt, ihren Platz zu ändern, sobald man die Triebstange F bewegt. Aber der Zeichner hat den Fehler begangen, den Apparat auf die Seite zu stellen, denn H muss sich unten befinden und die Seite BE oben. Um Mittag, wenn der Spiegel an einer Mauer nach Süden befestigt, befindet sich die Triebstange G oben.

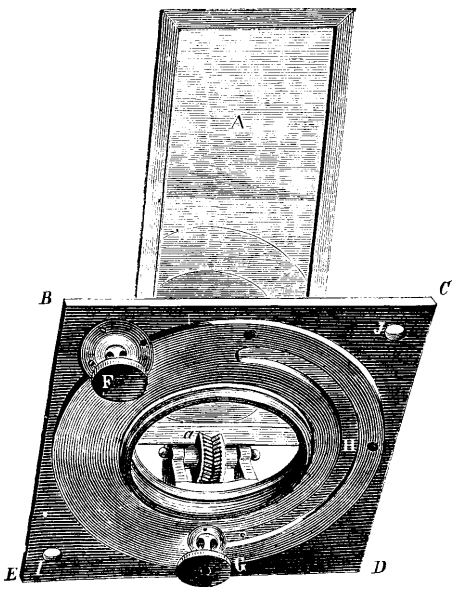


Fig. 838. Fassung des Spiegels der Solar-Camera.

Fig. 839 zeigt einen Duboscq'schen Reflector, welchen der Genannte im Jahre 1861 für Vergrösserungs-Solar-Apparate erzeugte und dessen Spiegel 80 cm Durchmesser hatte. Durch Zahnräder und eine Schraube ohne Ende konnte dem Spiegel die Bewegung mittels zweier Stangen ertheilt werden.

Anstatt des in Fig. 839 abgebildeten Spiegels wird auch das in Fig, 840 abgebildete Modell öfters angewendet.[1])

Der Spiegel L (Fig. 840), dessen Breite bei dieser Construction die doppelte des Condensators betragen darf, ist auf ein gezahntes Halbrad K mit Winkeleisen befestigt. Die Stange G, welche in die Dunkelkammer hineinragt, bewegt eine andere Stange a durch ein conisches Räderwerk H.

1) Der Heliostat für die Solar-Camera an der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie in Wien besitzt eine versilberte Spiegelfläche von 2 qm und ist mittels Rollen, Drahtseilen und Gegengewichten vom Inneren der Camera, an bloss zwei Kurbeln zu drehen.

Diese trägt an ihrem obern Theile eine Schraube ohne Ende, welche in ein kleines gezahntes Rad I und dieses in das grosse Rad K eingreift.

Daraus folgt, dass beim Drehen des Griffes der Stange G man dem Spiegel eine verticale Bewegung mittheilt. Die horizontale Bewegung geschieht durch die Stange A, an deren Ende sich eine Schraube ohne Ende befindet, welche das gezahnte Rad B bewegt. Dieses trägt die beiden Stützen EE, welche ihrerseits die Achsen der Räder I und K tragen. Das Rad B ist in der Mitte durchbohrt; um die Stange a durchzulassen, und dreht sich mit sanfter Reibung in dem Eisenringe $c\,c$, welcher

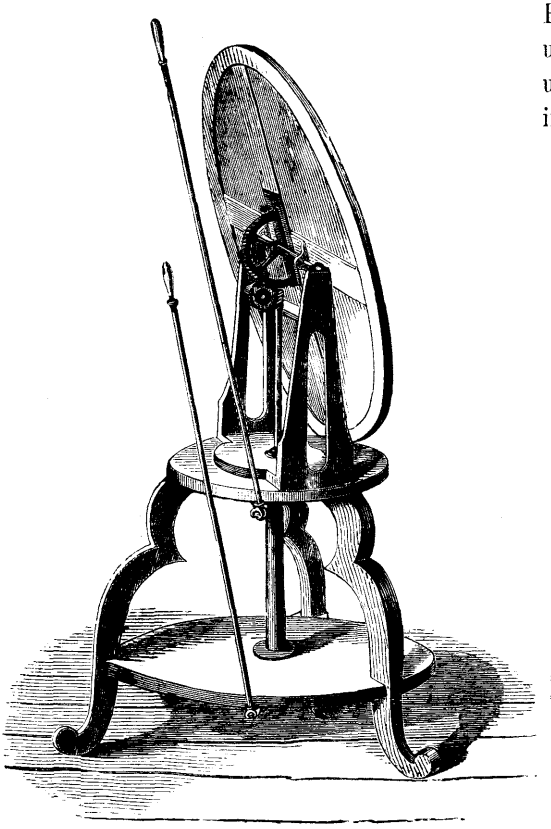


Fig. 839. Heliostat.

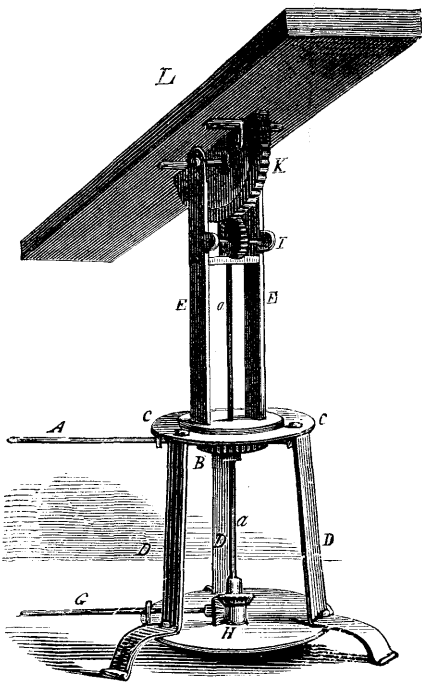


Fig. 840. Grosser Spiegel mit Doppelbewegung.

den ganzen Apparat, der auf den drei Füssen D steht, trägt.

Die beiden Stangen A und G sind parallel; indem man sie zugleich bewegt, kann man dem Spiegel alle möglichen Stellungen geben.

Heliostaten, welche mittels Uhrwerk bewegt werden, sind bequemer, aber weitaus kostspieliger[1]).

Man kann eine Solar-Camera leicht mittels grosser Spiegel und einer Condensator-Linse improvisiren Dies soll im Nachstehenden beschrieben und die Handhabung des Apparates erläutert werden.

1) Grosse Heliostaten construirte Monckhoven.

In einem vollkommen dunkel gemachten Zimmer wähle man die nach Süden gelegene Mauer aus und breche darein ein viereckiges Loch, in welches der Holzrahmen mit dem Condensator *o* (Fig. 841) hineinpasst. Der Condensator muss in passender Höhe eine verticale Stellung erhalten. Auf die Mitte desselben wird eine Oblate geklebt, deren Entfernung vom Fussboden abgemessen wird. Wir nehmen an, sie betrage 125 cm.

Einige Meter vom Condensator wird ein Holzrahmen *A* aufgestellt und mit weissem Papiere überzogen. Nun wird eine Oblate auf die Mitte des Holzrahmens geklebt, 125 cm vom Fussboden entfernt. Es leuchtet ein, dass jetzt eine ideale Linie, welche durch die beiden Oblaten des Rahmens und Condensators geht, fast horizontal sein muss, sofern der Fussboden nicht uneben ist, was selten der Fall sein wird.

Die beiden Flächen des Condensators und des Rahmens sollen senkrecht zu dieser idealen Linie liegen, d. h. der Rahmen muss sich dem Condensator genau gegenüber befinden

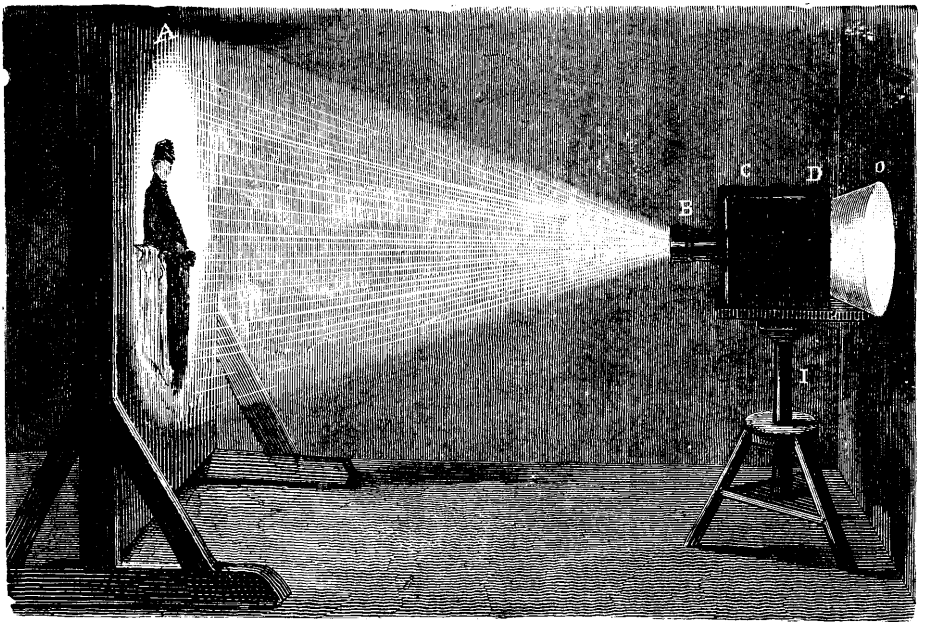


Fig. 841. Einrichtung der Solar-Camera.

Man nimmt nun ein gewöhnliches Atelierstativ und stelle es so, dass das bewegliche Stativ *I* ganz vertical und das Fussbrett genau horizontal steht. Auf letzteres stellt man eine gewöhnliche Camera *CD*, welche mit einem Objective *B* versehen ist[1]). Dies wird mit einer kleinen Blende versehen und an der Camera befestigt. Das matte Glas der Camera wird nun durch eine Glasplatte ersetzt, auf deren Mitte man einen kleinen Papierkreis von $^1/_4$ cm Durchmesser festklebt.

Die Mitte der Glasplatte liegt im Durchschnittspunkte der beiden Linien, welche die entgegengesetzten Ecken verbinden.

Indem man nun durch die Blende des Objectivs *B* hindurchblickt, sucht man die Camera so zu stellen, dass der Papierkreis der Glasplatte mit der Oblate des Condensators zusammenfällt. Dann legt man in *D* das Auge ganz nahe an den Papierkreis und

1) Z. B. Ein Antiplanet oder Porträtobjectiv.

richtet den Apparat abermals nach der Oblate des Rahmens. Wenn man so mehrere Male den Apparat gerichtet hat, geht die ideale Linie, welche das Centrum des Rahmens und des Condensators verbindet, ebenfalls durch die Mitte des photographischen Apparates.

Eine andere Methode, das Ziel zu erreichen, besteht darin, dass man den Rahmen *A* an jener Stelle durchbohrt, der durch die Oblate bedeckt ist, und nun durch einen Gehilfen den Apparat richten lässt, während man selbst hinter dem Rahmen durch das Loch beobachtet, ob die Blende des Objectives, der Papierkreis auf der Glasplatte und die Oblate auf dem Condensator in gerader Linie liegen.

Bevor man mit diesem Richten beginnt, ist es gut, den Apparat ungefähr so zu stellen, dass das Objectiv *B* sich im Brennpunkte des Condensators befindet.

Jetzt schreitet man zum Einstellen der Linse *B*.

Da das Negativ sich in *D* befindet und der Rahmen in *A*, so genügt ein Ausziehen und Einschieben des Auszuges der Camera, um in *A* ein vollkommen scharfes Bild zu erhalten.

Wenn die Lin en *E* und *CI* an ihrem Platze sind und die Sonnenstrahlen vom Condensator reflectirt werden, fangen wir stets damit an, uns auf dem Rahmen einen leuchtenden Kreis zu verschaffen, der etwas grösser ist als die Höhe unsers empfindlichen Papieres. Das vergrösserte Bild des Negativs soll dieselbe Fläche bedecken.

Ein zweites feststehendes Element ist die Grösse des Negativs, welches vergrössert werden soll. Nehmen wir an, *DH* sei die Höhe des Negativs. In diesem vorläufig angenommenen Falle gibt es nur einen möglichen Platz für das Negativ, weil die Linse *E* eine bestimmte Brennweite und das Blatt *FG* eine feststehende Grösse hat. Das ist der Platz, den wir auf der Figur bezeichnet haben. Man sieht, dass das ganze Licht durch das Negativ geht, indem nur die äussersten Ränder verschont bleiben. Möge das Negativ nun grösser oder kleiner sein, immer behält es denselben Platz. Im ersteren Falle wird das Bild *FG* bloss vom Centrum gebildet, im zweiten ist alles Licht, welches von den Rändern des Condensators ausgeht, verloren.

Sobald der Apparat zur Vergrösserung von Negativen beliebiger Dimensionen dienen soll, muss man eben so viel einfache Vergrösserungs-Objective mit verschiedenen Brennweiten besitzen, als man Negative von verschiedenen Grössen besitzt.

Das Negativ wird in den Rahmen *D* (Fig. 841) gebracht, ein blaues Glas dazwischen geschoben und der Auszug *D* vorwärts und rückwärts bewegt, bis das Bild sich in grosser Schärfe auf den Rahmen *A* zeigt. Dann nimmt man das blaue Glas weg und befestigt das empfindliche Papier auf dem Rahmen *A*, der zum richtigen Einstellen in wagerechter Richtung beweglich sein sollte. Die Belichtung richtet sich nach der Intensität der Sonnenstrahlen, der Temperatur, der Empfindlichkeit des Chlorsilberpapieres und der Grösse des Condensators.

Hier aber bietet sich eine grosse Schwierigkeit, welche die Verwendung möglichst grosser Condensatoren erheischt. Da die Sonne durch die Erdbewegung fortwährend eine andere Stellung zum Spiegel erhält, verschiebt sich das Bild, und deshalb bedarf es einer beständigen aufmerksamen Richtung des Spiegels nach der Sonne. Deshalb muss man sich am Rande des Negativs ein kleines Merkzeichen machen und auf dem Rahmen die Stelle genau beachten, wo das Zeichen erscheint, und dasselbe dann durch leichte Bewegungen des Spiegels fortwährend an derselben Stelle zu behalten wissen.

Bertsch schlug vor, die Woodward'sche Camera zu verbessern (Bull. Soc. franç. 1860. S. 67), indem er den aus einer Linse bestehenden Woodward'schen Condensator durch zwei Linsen von gleichem Glase, ersetzt, die erste *o* (Fig. 842) convergirend, die zweite *B* divergirend und in einer derartigen Entfernung von der

ersteren, dass die aus dem Systeme austretenden Sonnenstrahlen in der Richtung $o'r'$ folgen, und zwar parallel unter sich und zur Hauptachse. Auf diese Weise, sagt Bertsch, fallen die Strahlen senkrecht auf das zu vergrössernde Negativ und die Beugungswülste werden aufgehoben.

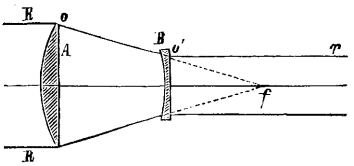


Fig. 842. Bertsch's Condensator.

Es ist richtig, dass ein derartiges System einen Cylinder von fast parallelem Lichte gibt, aber ein Durchschnitt dieses Cylinders gibt einen ganz verschiedenen und ungleichen Lichtkreis verglichen mit demjenigen, welcher bei einem aus einer einfachen Sammellinse austretenden Conus sich erzeugt. Die chromatische Abweichung ist hier viel beträchtlicher als in dem Woodward'schen Systeme. Diese Apparate kamen (nach Monckhoven's Angabe) nie in den Handel.

Van Monckhoven im Jahre 1864 [1]) änderte den Woodward'schen Apparat in mehreren Punkten und zwar corrigirte er den Condensator durch Hinzufügung einer zweiten Linse, um die sphärische Aberration zu corrigiren und befestigte das Negativ in einer günstigeren Weise, um das Zerspringen desselben unter dem Einflusse der Wärme der Sonnenstrahlen [1]) zu beseitigen. Er nannte den Apparat „dialytischer Vergrösserungs-Apparat."

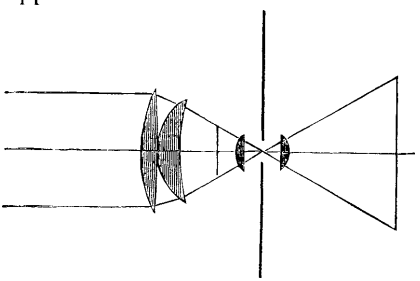


Fig. 843. Herrschel's Condensator.

Monckhoven's Condensator war eine Verbesserung der einfachen Sammellinse, obschon sein System unter den bis jetzt bekannten nicht als das beste erscheint.[2])

1) Monckhoven nahm unterm 21. April 1864 Z. 1000 ein englisches Patent auf seine Vergrösserungs-Camera.

2) Monckhoven brachte in geeigneter Distanz hinter der Sammellinse eine Linse mit negativer Brennweite an (s. oben, Fig. 846). Dadurch hebt er die sphärische Aberration auf, jedoch verliert das System viel an optischer Kraft. — Besser wirkt das von Dr. Schroeder (Elemente der phot. Optik. 1891. S. 154) als Condensator empfohlene Herschel'sche Doublet, das in Fig. 843 abgebildet ist. Dasselbe hat nachstehende Dimensionen:

$r_1 =$ 87,5 cm convex $r_2 =$ 52,5 cm convex	1. Linse	Durchmesser = 60 cm, Dicke in der Achse = 6,4 cm,
$r_3 =$ 30,8 cm convex $r_4 =$ 121,9 cm concav	2. Linse	Durchmesser = 53 cm, Dicke in der Achse = 12,7 cm,

Brechungsindex = 1,5.

Man bedarf für Solar-Cameras keines so grossen Oeffnungswinkels, als in dem vorliegenden Beispiele. Man kommt wohl meistens mit $\frac{f}{2}$ oder $\frac{f}{3}$ aus und dann wird der Aplanatismus viel besser und die Linsen viel dünner als in diesem Beispiele.

Monckhoven verwendete entweder einen Handspiegel (Fig. 844), welcher in Eisen gefasst und an einem Fensterladen befestigt ist.[1])

Der Spiegel wird mittels der Kurbel *G* durch das Räderwerk so gestellt, dass er die Sonnenstrahlen in horizontaler Richtung auf den Con-

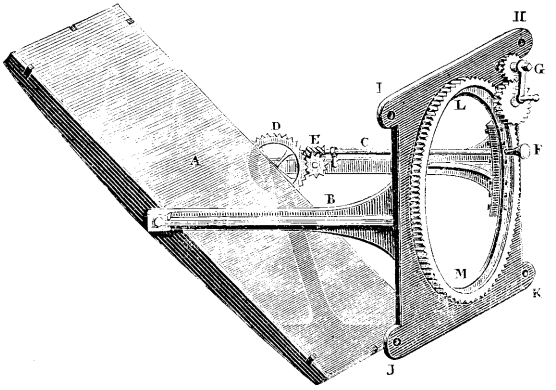


Fig. 844. Heliostat.

densator wirft; in ähnlicher Weise erfolgt die Regulirung der Neigung des Spiegels durch die Stange *CF* und das Zahnrad bei *D*.

Dialytische Solar-Camera. Die Fig. 845 und 846 stellen die dialytische Solar-Camera dar und zwar zeigt Fig. 845 ihr Aussehen nach Entfernung der Wände, während Fig. 846 den Gang der Lichtstrahlen durch die Linsen darstellt. In den Figuren sind dieselben Stellen des Apparates durch dieselben Buchstaben bezeichnet.

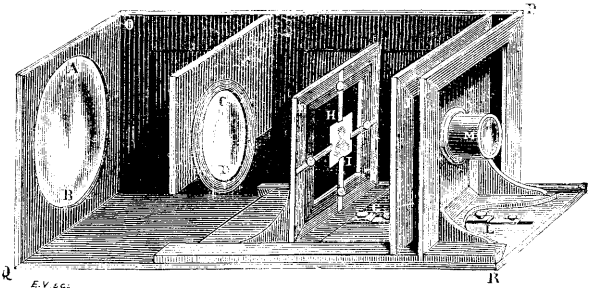


Fig. 845. Dialytische Solar-Camera.

1) Die Glasnegative zerspringen in dem Strahlenkegel des Sonnenlichtes um so leichter, je näher sie dem Brennpunkte gebracht werden. Das Sonnenlicht soll gleichmässig auf das ganze Glas (auch die Ränder) fallen. Man versuchte das Glas durch einen Luftstrom zu kühlen (Monckhoven, Phot. Optik. 1867. S. 198). Die Ränder des Negatives sollen mit einem undurchsichtigen Rahmen umgeben sein, damit kein falsches Licht in den Rahmen dringt, was die Brillanz des Bildes beeinträchtigt.

Die Linse AB ist der Condensator, dessen Durchmesser je nach der Stärke des Apparates verschieden ist: die Krümmungen dieser Linse sind der Art, dass ihre sphärische Aberration auf ein Minimum reducirt ist. In einer Entfernung von der Linse, welche genau dem Linsendurchmesser gleich ist, befindet sich eine zweite sehr dünne Linse von der Form eines Uhrglases, deren Zweck ist, die sphärische Aberration des ganzen Systems vollständig aufzuheben.[1]) Es ergibt sich daraus zunächst, dass das Beleuchtungsfeld nicht wie bei den älteren Apparaten und den Rändern des zu vergrössernden Bildes kräftiger beleuchtet, sondern vielmehr über die ganze Fläche hin vollkommen gleichmässig ist. Ausserdem gehen durch die Ränder des Bildes einfache, vom Rande des Beleuchtungssystems ausgehende Lichtstrahlen, was bei den älteren Apparaten ebenfalls nicht der Fall war; darin aber beruht gerade die ausserordentliche Genauigkeit der mittels des dialytischen Apparates hergestellten Vergrösserungen nicht nur in der Mitte, sondern auch an den Rändern. Durch Benutzung der in Fig. 847[2]) abgebildeten Vorrichtung, welche weiter unten beschrieben werden

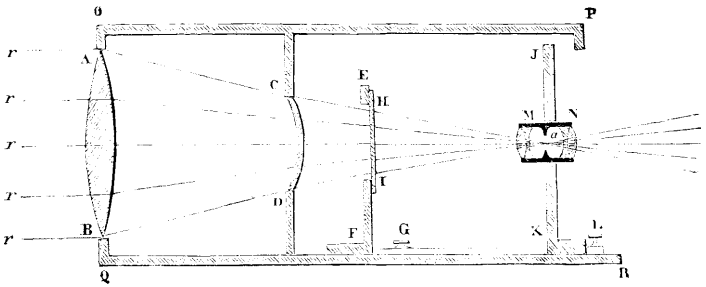


Fig. 846. Dialytische Solar-Camera.

wird, erreicht man es, dass keine der zu vergrössernden Negativplatten zerbricht.[3])

---

1) Nachstehend folgen die numerischen Daten des Monckhoven'schen Systems und zwar ausgedrückt als Function des halben Durchmessers des Condensators, diesen als Einheit angenommen:

Erste Fläche $R = 2{,}645$, Dicke im Mittelpunkte $= 0{,}196$,
Zweite „ $R_1 = 21{,}639$, Focuslänge $= 4{,}0156$,
Dritte „ $R_2 = 1{,}083$,
Vierte „ $R_4 = 1{,}234$, } Dicke an den Rändern $= 0{,}067$,
Entfernung der beiden Linsen $= 2{,}0075$,
Focuslänge des Systems $= 4{,}617$,
Brechungsindex (blau) $= 1{,}543$.

2) In den seit 1867 construirten Apparaten finden sich die beiden horizontalen Klammern nicht mehr. Die obere Klammer wird durch Federkraft nach unten gedrückt, die untere hingegen durch eine Stellschraube; auf diese Weise dehnt sich das Negativ aus und hebt die obere Klammer, welche so immer auf das Negativ drückt und eine Verschiebung desselben unmöglich macht.

3) Bei der Solar-Camera der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie in Wien wird das Negativ in ähnlicher Weise wie in Fig. 847 von vier freien Haltern am Rande geklemmt, jedoch federn die Widerlager, damit sie bei etwaiger Erhitzung und Ausdehnung des Negativs nachgeben.

Die Vergrösserungs-Objective sind mit hinteren Blenden versehen, welche das diffuse Licht fernhalten.

Die allgemeine Anordnung des Apparates zeigt Fig. 848. Vor einem mit einem Laden versehenen Fenster ist der Reflector B angebracht, die dialytische Solar-Camera C steht auf einem Gestelle DE, das vergrösserte Bild zeigt sich als LM auf einem beweglichen Schirme JK; die Entfernung zwischen diesem und der Solar-Camera beträgt 3 m für 1,20 m hohe Bilder, 2 m für solche von 90 cm Höhe, und etwa 1,10 m für solche von 40×50 cm.

Einrichtung und Handhabung der Spiegelplatte. Ein nach Süden gelegenes, mit Blenden versehenes Fenster wird mit einer kräftigen Holzplatte von einem Zoll Dieke bedeckt, in welcher man eine Oeffnung von genau derjenigen Grösse anbringt, welche der quadratische Eisenrahmen der Spiegelklappe besitzt.

In diese Oeffnung bringt man eine Schicht Papier und in diese den Eisenrahmen $HJJK$ (Fig. 848). Die Spiegelplatte wird genau so, wie die Figur zeigt, befestigt und zwar in 80 cm Höhe über dem Fussboden, d. h. von der ersteren Kante JK des Rahmens ab gerechnet. Die Befestigung des Rahmens geschieht mit Hilfe von vier Pflöcken. Man kann auch die Spiegelklappe in einem Rahmen befestigen, der sich wie ein Fensterflügel öffnen lässt, so dass man nach der Benutzung nur den Rahmen nach innen herumdreht.

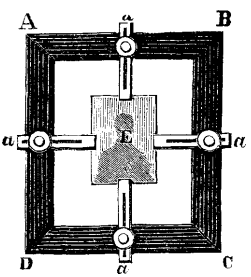


Fig. 847.
Fassung des Negativs.

Die Handhabung des Spiegelss ist sehr einfach. Man bringt mittels der Kurbel G (Fig. 844) und des Knopfes F, welcher den Spiegel bewegt, die Sonnenstrahlen in die Richtung der Achse des Apparates. In Zwischenräumen von 20 Secunden theilt man der Kurbel G oder dem Knopfe F eine leichte Bewegung mit der Hand mit und wendet sich durch die Seite, auf welcher das zu vergrössernde Negativ sich befindet. Drei Kupferreisszwecken, welche in dem rothen Kreise befestigt sind, welcher die beleuchtete Fläche umschliesst, die sich als LM darstellt (Fig. 844), dienen dazu, dem Bündel der Sonnenstrahlen eine konstante Richtung zu geben. Ist die Aufnahme beendet, so versetzt man die Kurbel in rasche, ihre Richtung nach dem Gange der Sonne entgegengesetzte Bewegung und nimmt dann dies entstandene Bild fort. Oder aber, man bringt, wenn man sofort noch eine zweite Aufnahme machen will, ein gelbes oder rothes Glas vor das Objectiv (bekanntlich verhindern Gelb und Roth jede chemische Wirkung des Lichtes) und ersetzt das erste Blatt durch ein anderes.

Von Zeit zu Zeit muss man den Spiegel mit einem Pinsel abstäuben, da sonst zur Aufnahme weit längere Zeit nöthig ist. Alle Eisentheile der Spiegelklappe müssen gut geölt werden, um sie vor dem Rosten zu schützen.

Das Fussgestell der Solar-Camera, die Laufschienen u. s. w. In erster Linie thut man gut, sich zu vergewissern, dass der Fussboden des Zimmers, in welchem man den Apparat aufstellen will, durchaus fest liegt. Ist dies nicht der Fall, so lässt man 5—6 cm hoch über dem Fussboden, so dass keine Berührung mit demselben eintritt, zwei Holzbalken von 2×6 bis 8 Zoll Querschnitt in die beiden Mauerwände einlegen, so wie Fig. 848 es zeigt. Auf diese Balken setzt man dann das Fussgestell DE des Apparates C und den Schirm JK, auf welchem das vergrösserte Bild sich darstellt. Ist der Fussboden dagegen fest, so sind diese Holzbalken überflüssig. Man muss sich davor hüten, den Apparat auf complicirte Fussgestelle zu setzen; das in Fig. 848 wiedergegebene Gestell hat sich für die Praxis als zweckmässig erwiesen.

Man stellt die Solar-Camera *C* richtig horizontal auf das Gestell *DE*, wobei man besonders sorgfältig darauf zu achten hat, dass der Mittelpunkt des Kreises *B* der Spiegelklappe und der Mittelpunkt des Condensators, welche beide Theile durch einen 40 cm grossen, mittels eines schwarzen Tuches verhängten Zwischenraum getrennt sind, genau in derselben Horizontalrichtung zu liegen kommen. Ob dies der Fall ist, davon überzeugt man sich, indem man das Sonnenlicht auf der vorderen Linse sich spiegeln lässt; ist der Apparat ordentlich horizontal gestellt, so ist die Linse in dem Augenblicke völlig von den reflectirten Sonnenstrahlen bedeckt [1]), wenn die Spitze des Sonnenkegels durch das Objectiv geht.

Handhabung der Dunkelkammer-Einstellung. Nachdem der Apparat in der oben beschriebenen Weise hergerichtet ist, erfordert die Handhabung auch noch regste Aufmerksamkeit. Zunächst muss man mittels eines Diamantes von dem Negative alles das abschneiden, was nicht auf die Vergrösserung kommen soll. Die besten Vergrösserungen erhält man von Negativen in Visitenkarten- oder Cabinet-Format

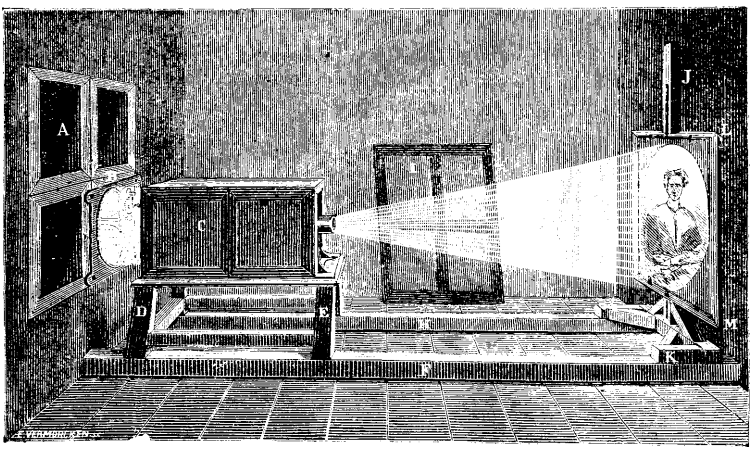


Fig. 848.

Fig. 847 zeigt den mit vier Klammern *a* versehenen Rahmen, auf welchen das Negativ *E* gebracht werden muss. Die Kupferklammern haben an ihrem Ende einen Ausschnitt, welcher das Negativ fasst, welches so gestellt wird, dass die Collodiumschicht nach der Seite des Objectivs, nicht nach derjenigen des Condensators hin sich befindet.[2]) Wenn man das Negativ unter die Klammern bringen will, braucht man die Rahmen nicht erst aus dem Apparate zu nehmen, da dadurch ein grosser Zeitverlust erwächst. Man

1) Wenn im Winter die Sonne nahe am Horizonte steht, wird der Condensator nicht mehr ganz von den reflectirten Sonnenstrahlen bedeckt und die rothe Begrenzung, welche sich auf dem Rahmen zeigt, nicht mehr kreisrund, sondern von unregelmässiger Form; es rührt dies davon her, dass der Spiegel dann nicht lang genug ist; selbst wenn man ihn jedoch noch 10 mal so lang machte, wie er gewöhnlich gewählt wird, würde er unter unseren europäischen Breiten noch su kurz sein. Man vermeidet dies leicht, indem man im Winter den Apparat um 20 Grad neigt; im April stellt man dann die horizontale Lage, welche die bequemere ist, wieder her.

2) Man kann die Collodiumschicht auch nach der Seite des Condensators hin wenden, dann erhält man jedoch eine verkehrte Vergrösserung; das Bild ist allerdings genau so deutlich, wie im früheren Falle.

lockert vielmehr die Schrauben, welche die Klammern festhalten, lässt diese nach aussen gleiten, legt das Negativ an und bringt die Klammern darüber. Während dieser Zeit richtet der Gehilfe, welcher die Bewegung des Spiegels zu besorgen hat, denselben immer entsprechend, und man kann dann auf dem Schirme LM sehen, ob das Negativ auch gut in der Mitte sich befindet; steht es zu hoch, zu weit nach links u. s. w., so bringt man es in die richtige Lage, indem man es nach dem Lockern der Schrauben des Rahmens verschiebt. Da man jedoch stets die Negative von nahezu gleicher Grösse herstellt, gelangt man auch hierin bald zu der nöthigen Uebung. Darauf, und darin liegt der Kernpunkt des ganzen Verfahrens, muss der Rahmen EF (Fig. 845) mit Hilfe des Knopfes G so gedreht werden, dass der rothe Rand, welcher den auf dem Negative, bei der Betrachtung von hinten, sichtbaren Lichtkreis umschliesst, den Rändern des Negatives möglichst nahe kommt, auf jeden Fall aber seine Kanten positiv berührt. Je mehr Licht nämlich seitwärts vom Negative fällt, desto länger dauert es bis zur Fertigstellung der Vergrösserung. Deshalb ist es auch von höchster Bedeutung, dass man von dem Negative alles abschneidet, was nicht auf dem vergrösserten Bilde erscheinen soll; versäumt man dies, so erfordert die Vergrösserung unnöthig viel Zeit.

Ist so das Negativ richtig angebracht, so drückt man den Hemmknopf der Zahnstange, die Pflöcke im Rahmen u. s. w. fest, damit sich bei dem Vorüberfahren von Wagen oder sonstigen Ursachen, welche eine Erschütterung des Bodens hervorrufen, nichts verschieben kann, weil sonst alle Umrisse auf dem vergrösserten Bilde doppelt auftreten; in gleicher Weise hat man dafür zu sorgen, dass das Objectiv und der Schirm, welcher das vergrösserte Bild trägt, feststehen.

Es handelt sich nun darum, richtig einzustellen. Zunächst bemerkt man, wenn man von der Einstellung für den Augenblick noch absieht, dass, wenn man das Objectiv (Fig 845) vorwärts und rückwärts bewegt und dabei den Umriss des Sonnenbildes auf der kleinsten der das Objectiv bildenden Linsen beobachtet, es eine Stelle gibt, an welcher dieses Bild seine überhaupt kleinste Grösse hat. In diese Stellung muss man das Objectiv bringen, wenn man unter den günstigsten Bedingungen arbeiten will. Bewegt man nun den Schirm JK (Fig. 848) vorwärts und rückwärts, so erscheint bald das Bild des Negativs. Es würde jedoch ein grosser Zufall sein, wenn dies Bild sogleich genau die Fläche des lichtempfindlichen Papieres bedeckte, deshalb muss man entweder das Negativ oder das Objectiv verschieben. Nun ist aber oben dargelegt, dass man gut thut, das Negativ unberührt zu lassen, ausser wenn etwa die Ränder unbeleuchtet sind, da das Bild dann nur theilweise in der Vergrösserung erscheinen könnte, aber wenn das Licht sich zu weit über das Negativ hinaus erstreckt, weil dann die Vergrösserung zu viel Zeit in Anspruch nimmt. Wenn man also das Negativ einmal an Ort und Stelle gebracht hat, so lasse man dasselbe in Ruhe, oder verändere wenigstens seine Stellung nur, wenn es eben nicht anders geht. Es muss also das Objectiv und der Schirm verschoben werden, um zu erreichen, dass das Bild des Negativs genau die Fläche des lichtempfindlichen Papieres bedeckt. Jedem Apparate sollen deshalb verschiedene Objective beigegeben sein. Doch thut man gut, wenn man hinreichenden Raum hat, sich des grösseren Objectives zu bedienen, da es ein deutlicheres Bild liefert.[1]) Diese Objective sind mit Blenden versehen, die man nur benutzt, wenn der Himmel mit leichten Wolken bedeckt ist, dagegen vollständig entfernt, wenn die Sonne klar scheint.

---

1) Handelt es sich darum, Negative in Visit-Format zu vergrössern, so nimmt man aus dem grösseren Objective die beiden dasselbe bildenden Linsen heraus und benutzt die kleinere allein zur Vergrösserung.

Zur Einstellung breitet man auf dem Schirme ein Stück weisses Papier aus, das durch Kreidestriche eingetragen die Dimensionen der herzustellenden Bilder, also 45×57, 57×90 oder sonst gewünschte Grössen aufweist. Wenn man den Schirm vorwärts oder rückwärts schiebt, so wechselt das Bild an Grösse. Ist es zu gross, so muss man den Rahmen JK dem Apparate C (Fig 848) näher bringen und mit Hilfe des Objectivs die Einstellung ausführen. Wenn das Bild zu klein ist, wird der Rahmen weiter abgerückt.

Befolgt man diese Vorschriften ganz genau, so reichen die rothen Ränder der beleuchteten Fläche dicht an die Kanten der Papierfläche von der gewünschten Grösse, und die Aufnahme der Vergrösserung geht sehr rasch vor sich. Der Grund dafür liegt auf der Hand. Durch das Negativ muss alles vom Condensator ausgehende Licht hindurchgehen, ausser dem rothen Rande, der ausserhalb fallen muss. Lässt man das Objectiv in Ruhe und bewegt das Negativ, so greifen die Ränder des Negativs in das Roth des Beleuchtungskreises über oder es fällt zu viel Licht über sie hinaus. Im ersteren Falle kommt ein Theil des zu vergrössernden Bildes nicht zur Aufnahme, im anderen Falle dagegen erfordert die Vergrösserung unnöthig lange Zeit.

Der Aufnahme-Schirm besteht gewöhnlich aus zwei rechtwinklig auf einem äusserst festen Fussgestelle senkrecht emporragenden Ständern. Fig. 848 zeigt nur einen verticalen Ständer, der eine Holztafel LM trägt. Auf dieser befestigt man mittels Reisszwecken das lichtempfindliche Papier, das durchaus trocken sein muss. Ausserdem sind, da es nöthig ist, immer in den Apparat hineinzusehen, um die Spiegelklappe richtig dirigiren zu können, in den Seitenwänden des Apparates grüne Glasscheiben angebracht, welche man in derselben Abbildung bei Z sieht. Hat man die Einstellung auf der nicht mit lichtempfindlichem Papiere bedeckten Holztafel ausgeführt so wird eine gelbe Glasscheibe vor das Objectiv gebracht. Man bringt dann das lichtempfindliche Papier auf dem Rahmen an die richtige Stelle; dass dies geschehen, sieht man leicht daran, dass das Papier gelbe Beleuchtung zeigt. Man rückt darauf den Spiegel in die richtige Stellung und entfernt das gelbe Glas. Ein Blick auf das Objectiv zeigt ausserdem, ob das Sonnenbild sich auch richtig in der Mitte befindet, was unbedigt nothwendig ist. Will man sehen, ob das Bild im Entstehen begriffen ist, so hat man vor das Objectiv eine mattgeschliffene Glasplatte zu bringen.

Will man sich des Kohle-Verfahrens bedienen, so wird das Blatt einfach mit Reisszwecken auf dem Rahmen befestigt. Solite das Papier auch einige Falten werfen, so schadet das der Schärfe der Bilder doch nicht. Man bedeckt die Ränder des Papiers mit Streifen von Bristol-Cartonpapier, welche man ebenfalls mit Reisszwecken befestigt. Das Photometer wird auf einen dieser Cartonstreifen, welche die Ränder des Kohlepapieres bedecken, angebracht, doch hat man darauf zu achten, dass es kein rothes Licht vom Rande des Sonnenkreises erhält.

Die zur Vergrösserung bestimmten Negative müssen ausserordentlich durchsichtig sein, da sie sich sonst sehr stark erhitzen. Ausserdem aber erfordern dichte Negative auch eine ausserordentlich bedeutende Zeitdauer zur Erzeugung vergrösserter Bilder mittels der Solar-Camera; endlich haben sie noch den weiteren Nachtheil, dass sie keine scharfen Bilder liefern, indem in Folge der Diffraction leicht die Umrisse auf dem vergrösserten Bilde doppelt erscheinen.

Die Negative können auf gewöhnlichem Glase, das jedoch glatte Flächen haben muss, hergestellt werden; Spiegelglas braucht durchaus nicht unumgänglich genommen zu werden.

Will man wirklich schöne Vergrösserungen erzielen, so ist es unerlässlich, dass das Negativ keine Schleier aufweist.

Weisser Hintergrund. Um auf den Vergrösserungen einen weissen Hintergrund herzustellen, schneidet man ein kleines Oval aus einer grossen Papptafel heraus

und bringt diese zwischen das Objectiv des Apparates und den Schirm, welcher das vergrösserte Bild trägt; es wird dann das Bild nur auf die Mitte beschränkt und man erhält so den weissen Hintergrund.

Um das langweilige dauernde Bewegen der Papptafel während der ganzen Zeit der Aufnahme überflüssig zu machen, hängt man dieselbe an zwei an der Zimmerdecke befestigten Fäden auf und versetzt sie in eine schwingende Bewegung die immer einige Minuten vorhält und dann durch einen neuen Stoss wieder erzeugt wird.

II. Die Parallaktische Solar-Camera.

Die vorhin beschriebenen Formen der Woodward'schen oder Wothly'schen Solar-Camera mit horizontaler Camerastellung und Spiegel fanden die meiste Verbreitung. — Schon seit dem Bekanntsein der Vergrösserungen richteten mehrere Personen in dem irrigen Glauben, dass der Spiegel einen grossen Theil des Lichtes absorbire (in Wirklichkeit beträgt der Verlust nicht $^1/_8$), ihre Apparate direct nach der Sonne, indem alle Theile des Apparates auf einem Holz- oder Eisenstativ angebracht wurden.

Der erste derartige Apparat wurde im Jahre 1863 in England von Stuart beschrieben und das von ihm angenommene System war folgendes:

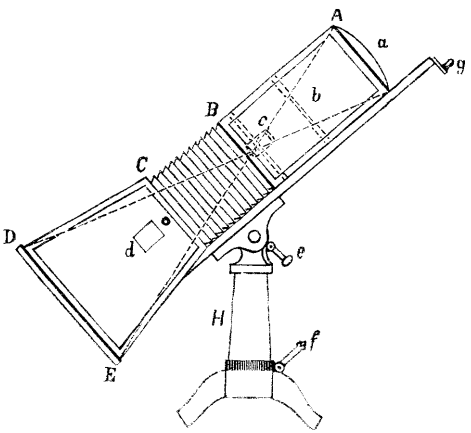


Fig. 849. Parallaktische Solar-Camera.

Der Condensator ist in einem sehr langen Kasten befestigt und das Negativ sowie das Objectiv sind ganz wie bei der amerikanischen Construction angebracht. Auf dem Kasten ist ein Conus befestigt, an dessen hinterem Ende sich eine Cassette oder ein Rahmen befindet, auf welchem das empfindliche Papier aufgespannt ist. Stuart stellt so zwei Apparate einen neben den andern auf, schützt dieselben gehörig gegen den Einfluss des Windes und dreht sie mittels zweier Getriebe, von denen das eine horizontal, das andere vertical ist, gleichmässig nach dem Gange der Sonne.

Solar-Camera von Liébert. — Liébert in Frankreich hat kurze Zeit darauf (1864) einen auf dasselbe Princip basirten Apparat construirt, welcher in Fig. 849 abgebildet ist.

Der viereckige Kasten AB trägt an seinem oberen Theile den Condensator a, welcher aus Crownglas besteht, und eine plan-convexe oder concav-convexe Form und sehr kurze Brennweite hat. Der Rahmen b, welcher das Negativ trägt, lässt sich, wie bei dem amerikanischen Apparat,

zwischen dem Objectiv c, welches in dem Haupt-Brennpunkte des Condensators angebracht ist, und diesem letzteren bewegen. An den Kasten ist ein Conus DC angehängt, auf dessen Basis sich das vergrösserte Bild des Negativs zeichnet. Zwischen dem Conus und dem optischen Apparate befindet sich ein Blasbalgauszug CB, welcher gestattet, dem Apparate eine beliebige Länge, je nach der gewünschten Vergrösserung zu geben und zwar geschieht dies mit Hilfe der Schraube g.

Der ganze Apparat wird von einem Fuss H getragen, welcher zwei Bewegungen gestattet, nämlich eine horizontale, durch die Schraube f, die andere vertical durch die Schraube e. Da aber der Schwerpunkt des Apparates sich über dem Stützpunkte befindet, so folgt daraus eine sehr geringe Stabilität, so dass der geringste Wind die Solar-Camera um ihren Stützpunkt schwanken macht. Um dies zu vermeiden, müsste man es so, wie bei den astronomischen Fernröhren von schwerem Gewicht machen, nämlich, den Apparat über seinem Schwerpunkt, zwischen zwei verticalen Ständern befestigen. Auf diese Weise würde das Gleichgewicht stabil, und somit den Regeln der Mechanik entsprechend. Die Basis LM des Apparates, müsste sehr schwer und von grossem Durchmesser sein, wie unsere Figur zeigt. Die zwei Bewegungen, die eine horizontal die andere vertical, werden durch die Kurbeln N und O bewerkstelligt.

Einen ähnlichen Apparat liess Hermagis in Frankreich (1865) patentiren; derselbe war complicirter construirt und besass eigenthümliche Vorrichtungen, um den schwerfälligen Apparat nach dem Sonnenlaufe drehen zu können.[1])

Der grösste Fehler, welchen dieser Apparat besitzt, besteht in der geringen Länge, welche man ihm zur bequemeren Handhabung geben muss, und was nur durch eine sehr kurze Brennweite des Objectivs und des Condensators erreicht wird. Der Condensator gibt in seinem Brennpunkte kein scharfes Sonnenbild mehr, und dies in Folge der sphärischen und chromatischen Abweichungen, welche sehr beträchtlich sind.

III. Vergrösserungs-Apparate für künstliches Licht mittels Condensatoren.

Die Vergrösserungs-Photographie bei künstlichem Licht hat die Anwendung der Solar-Camera oder des Vergrösserungs-Apparates bei Himmelslicht in neuerer Zeit verdrängt, weil die erstere Methode die einfachere ist. Für Vergrösserungen bei künstlichem Lichte sind Condensatoren kaum zu entbehren, da sonst die Erhellung der Negative zu schwach und insbesondere auch zu ungleichmässig wäre.

Würde man eine Lichtquelle L direct hinter das zu vergrössernde Bilde AB stellen (Fig. 850), so würde von den Lichtstrahlen, welche die Lichtquelle nach allen

1) Catalogue général de Hermagis. 1867.

Seiten aussendet[1]), nur der geringe zwischen den Randstrahlen LA und LB angeschlossene Theil factisch zur Verwendung kommen.

Da man zur Vermeidung zu grosser Erhitzung die Lichtquelle zumeist nur so weit nähert, dass der Winkel a zwischen den Randstrahlen circa 60 Grad beträgt, so wird vom Lichte der Lichtquelle nur etwa $^1/_{15}$[2]) zur Beleuchtung des Bildes verwendet.

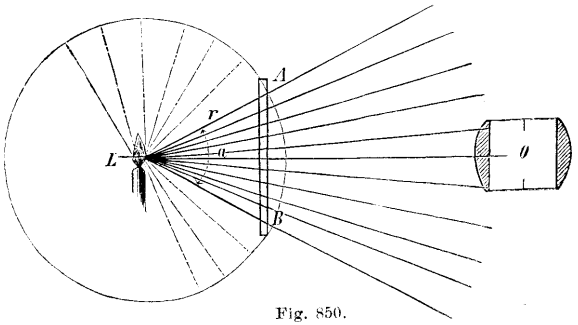


Fig. 850.
Künstliches Licht für Vergrösserungen.

Die Lichtstrahlen gehen nach dem Durchgange durch das Negativ theils in divergirenden Richtungen weiter fort, theils werden sie durch die dichteren Stellen des Negatives zerstreut und nur ein sehr kleiner Theil davon trifft das Vergrösserungsobjectiv O und gelangt zur Ausnützung. Abgesehen von der hierdurch ganz ungleichmässigen Beleuchtung des Bildes mit Rücksicht auf die Vergrösserung, werden die Ränder des Bildes überhaupt wegen den unter immer spitzer werdenden Winkeln auftreffenden Lichtstrahlen bedeutend schwächer beleuchtet sein, als die Mitte.

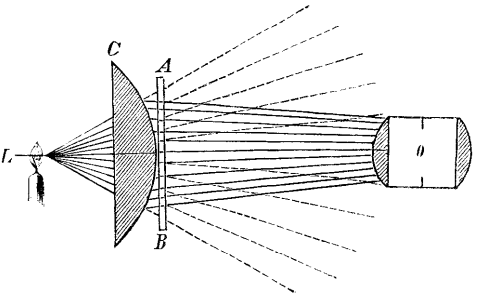


Fig. 851. Condensator für künstliches Licht.

1) Wir folgen hier im Wesentlichen den Ausführungen Trail Taylor's (Phot. Almanac f. 1888. S. 267), sowie Pizzighelli's (Handb. d. Phot. 2. Aufl. 1891. S. 386).

2) Da die Lichtquelle das Licht nach allen Seiten gleichmässig aussendet, wird sie die Oberfläche einer centrisch umhüllend gedachten Kugel vom Halbmesser r auch ganz gleichmässig beleuchten. Es wird daher die Lichtintensität i, welche auf den zwischen den Randstrahlen gelegenen Kugelabschnitt entfällt, sich zur Gesammtintensität S für die ganze Kugel verhalten wie die Oberfläche des Kugelabschnittes zu jener der ganzen Kugel. Nun ist die Oberfläche der Kugel $= 4r^2\pi$ und jene des Abschnittes für einen Winkel a zwischen den Randstrahlen $= 4r^2\pi \sin^2 \frac{a}{4}$.

Es wird sich daher verhalten. $i : J = 4r^2\pi \sin^2 \frac{a}{4} : 4r^2\pi$, woraus folgt:

$$i = J \sin^2 \frac{a}{4} = J \frac{1 - \cos \frac{a}{2}}{2}$$

und für $a = 60$ Grad $\quad i = 0{,}067\, J$ oder rund $= \frac{1}{15} J$.

Wollte man durch Einschaltung einer doppelten Mattscheibe das Licht zerstreuen, um eine gleichmässige Beleuchtung hervorzubringen, so würde der Zweck nur zum Theil erreicht werden, da die Ränder immer noch schwächer beleuchtet blieben, als die Mitte; durch die Lichtabsorption der Mattscheibe, welche 20—25 Proc. beträgt, würde aber die auf das Negativ entfallende geringe Lichtintensität noch herabgemindert und dann nur etwa $\frac{1}{19} - \frac{1}{20}$ der ursprünglichen Lichtintensität der Lichtquelle betragen.

Die geschilderte Sachlage bezüglich der ungleichmässigen Beleuchtung des Bildes ändert sich aber augenblicklich, wenn man zwischen Lichtquelle und Bild eine Sammellinse C (Fig. 851) einschaltet, welche die auf das Bild entfallenden Lichtstrahlen nach dem Vergrösserungsobjectiv O convergirt. Durch dieselbe wird nicht nur das Bild durchaus gleichmässig beleuchtet, sondern es wird, abgesehen von der Lichtabsorption durch die Linse, auch die ganze Lichtmenge, welche auf das Negativ entfällt, factisch ausgenützt.

Zu den alten Projectionslaternen wendete man eine einfache Sammellinse als Condensator an und suchte die Helligkeit durch einen hinter die Lichtquelle gestellten sphärischen oder parabolischen Spiegel zu erhöhen; jedoch ist der Effect bei grösseren Flammenkörpern nicht bedeutend und es ist die Beleuchtung nicht sehr gleichmässig. Die gleichmässigste Lichtvertheilung geben Doppel- oder Triple-Condensatoren. Am weitaus gebräuchlichsten sind Combinationen von zwei planconvexen Linsen (Fig. 852) von gleicher Brennweite. Befindet sich die Lichtquelle L (Fig. 852) im Brennpunkt der einen Linse (c), so verlassen die auf letztere treffenden Lichtstrahlen diese in paralleler Richtung, treffen auf die zweite Linse (c') und werden nach dem Durchgange im Brennpunkte (F) der zweiten Linse vereinigt.

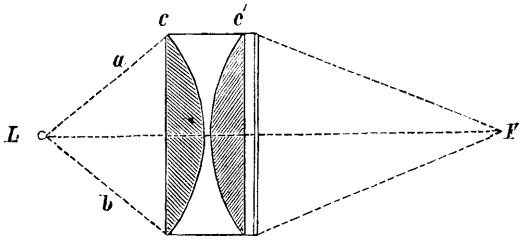


Fig. 852. Condensator.

Die Brennweite des Condensators wird möglichst klein angenommen, damit der Winkel $a\,L\,b$ (Fig. 852) möglichst gross werde, d. h. damit man die Lichtquelle möglichst nähern und daher möglichst viel vom Lichte derselben ausgenützt werden könne. Jedoch ist dieses Annähern an gewisse Grenzen gebunden, um eine starke Erwärmung und in Folge dessen ein Springen der Condensorlinsen zu verhüten.

Diese Form der Condensatoren, welche aus zwei planconvexen Linsen besteht, ist wie erwähnt, die weitaus gebräuchlichste [1]). Weniger günstig

1) Für Laterna magica gibt man den Condensatoren meistens einen Durchmesser von 10—12 cm und einen Focus von circa 8—9 cm.

sind für künstliche Lichtquellen die sogen. Herschel'schen Condensatoren (s. o.), welche aus einer planconvexen oder concavconvexen und einer biconvexen Linse bestehen, wovon die flache Seite dem Lichte zugekehrt ist; dieser Condensator ist nämlich nur für Sonnen-, beziehungsweise parallele Strahlen corrigirt.

J. H. Dallmeyer gab dem Condensator (1880) die in Fig. 853 abgebildete Form (Phot. News. 1880. S. 214), welche aus zwei un-

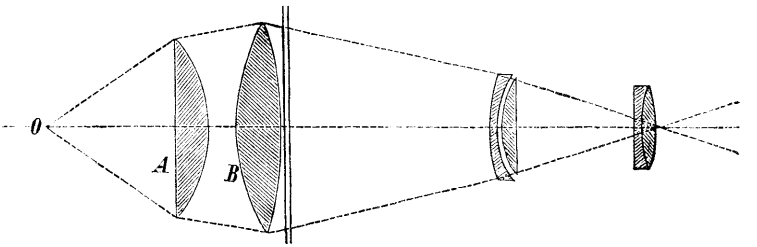


Fig. 853 Dallmeyer's Condensator.

symetrischen Linsen besteht. Die planconvexe Linse *A* ist von Flintglas, die biconvexe Linse *B* ist Crownglas. Form und Abstand sind so berechnet, dass der Condensator möglichst achromatisch ist und die sphärische Abweichung ist sehr reducirt. Bei *O* befindet sich die Lichtquelle. Das

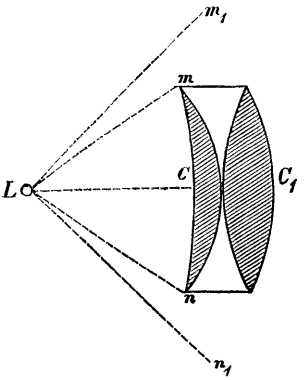


Fig. 854. Condensator.

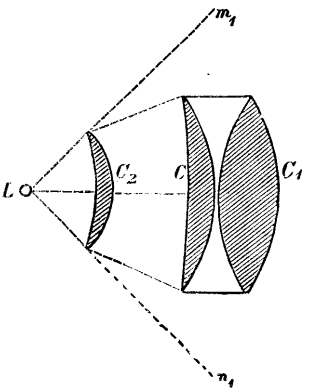


Fig. 855. Condensator.

Objectiv ist ein dem Petzval'schen Porträt-Objectiv (s. Bd. I, 2. Hälfte, S. 113) ähnlich [1]). Dieser Condensator fasst einen Lichtkegel von 66 Grad, das ist fast 20 Procent mehr als bei den gewöhnlichen symetrischen Condensatoren mit kürzestem Focus.

1) Die Dallmeyer'schen Objective für die Laterna magica sind nur für optische Strahlen corrigirt; für photographische Vergrösserungen müssen Photographen-Objective benutzt werden.

Um bei grösseren Condensatoren, bei welchen wegen der grösseren Brennweite die Lichtquelle verhältnissmässig entfernter gestellt sein muss, als bei kleineren, diese nähern zu können, versuchte man die Brennweite durch Einschaltung einer dritten Linse zu verkürzen. Die Fig. 854 und 855 erläutern dies; bei Fig. 854 mit nur zwei Linsen CC_1 ist der nutzbare Winkel $m\,L\,n$ bedeutend kleiner, als jener $m_1\,L\,n_1$, welcher erwünscht wäre. Durch Einschaltung einer dritten Linse C_2 (Fig. 855) kann letzterer ganz zur Ausnützung gelangen. Die gewöhnliche Form der Triple-Condensatoren ist in Fig. 856 abgebildet; es ist dies ein Linsen-Arrangement, welches H. Schroeder seit 1859 für Beleuchtung mit künstlichem Licht (L ist die Lichtquelle) anwendet; der von Ross in England erzeugte Triple-Condensator ist ähnlich construirt.

Fig. 857 zeigt einen englischen Condensator, dessen Lichtquelle bei L angebracht ist[1]); er besteht aus drei planconvexen Linsen, deren mittlere achromatisch ist und deren letzte aus einem farblosen, stark

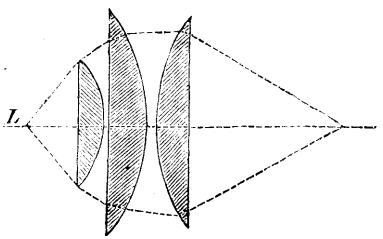


Fig. 856.

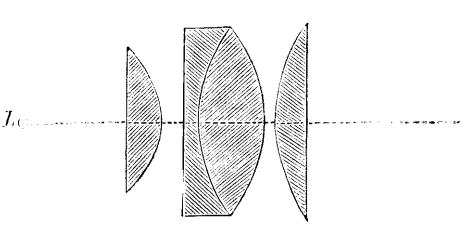


Fig. 857.

Triple-Condensator.

brechenden Crownglas besteht; dieser Condensator ist lichtstark, aber kostspielig. — Die Triple-Condensatoren besitzen einen höheren Preis als Doppel-Condensatoren und ihre Vorzüge betreffs der Helligkeit sind nicht sehr wesentlich gegenüber den letzteren, da die dreifachen Linsen mehr Licht absorbiren als die Doppellinsen; es werden deshalb für die Projectionsapparate die Doppel-Condensatoren bevorzugt.

Aufstellung der Condensatoren.

Als Objective für die Vergrösserung kommen aplanatische oder antiplanetische Constructionen in Betracht, deren Brennweite so gewählt wird, dass sie annähernd der grössten Dimension des Bildes, also der Diagonale des Rechteckes gleich ist.[2]) Da für die äussersten Grenzen der Vergrösserung das Objectiv auf die einfache beziehungsweise doppelte Brennweite vom Bilde entfernt zu sein hat, so muss die Brennweite des

1) Trail Taylor, The optics of photography and photographie lenses. London 1892. S. 222.

2) oder $1^1/_2$ mal grösser.

Condensators so gewählt werden, dass sein Lichtkegel (Fig. 858) dieselben Veränderungen gestatte.

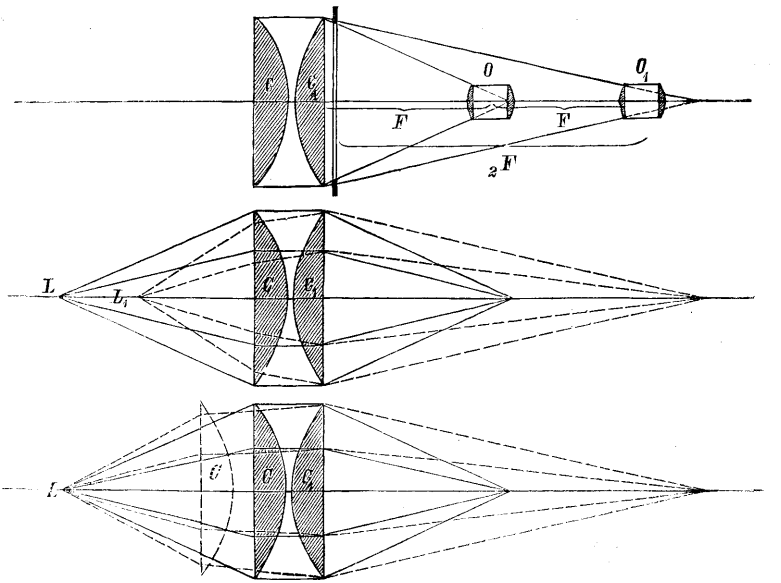


Fig. 858, 859 u. 860. Aufstellung des Condensators.

Dies lässt sich nun dadurch erzielen, dass man entweder die Lichtquelle L beweglich macht, wie dies in Fig. 859 angedeutet ist, wo für eine geringe Vergrösserung, also langen Lichtkegel, die Lichtquelle sich näher dem Condensator in L_1 befindet, während sie für die äussersten Vergrösserungen weiter davon entfernt ist und sich in L befinden muss, oder dadurch, dass man bei einer Lichtquelle, welche sich schwer bewegen lässt, die Linsen des Condensators beweglich macht, so dass man sie einander nähern oder von einander entfernen kann, wie dies die Fig. 860 zeigt, wo die Lichtquelle L fix ist und die Länge des Lichtkegels durch Bewegen der Condensatorlinse C verändert werden kann. Zu den besseren neueren Vergrösserungsapparaten wendet man beide Einrichtungen an und macht sowohl die Lichtquelle beweglich, als die Condensatorlinsen zu einander verschiebbar.

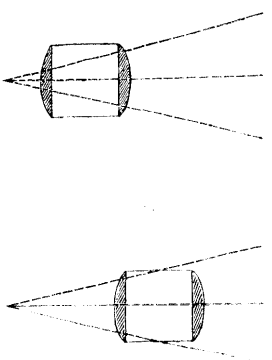


Fig. 861 u. 862.

Hier ist die beste Stellung des Objectivs jene, bei welcher die gegen den Condensator gewendete Linse den Beleuchtungskegel vollkommen deckt. Bei einer falschen Stellung des Objectivs zeigt sich auf der beleuchteten Fläche der Vergrösserung ein starker blauer, oder dicker, rother Saum.

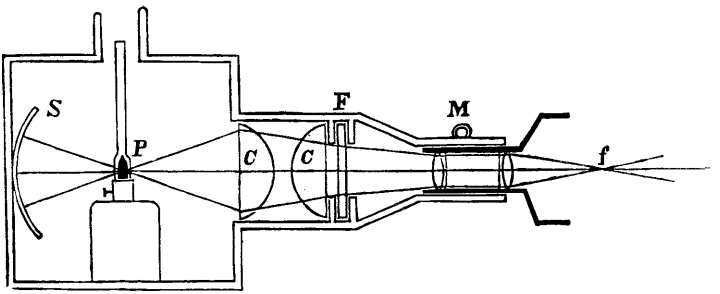


Fig. 863. Vergrösserungs-Apparat mit Condensator.

Ein guter Vergrösserungs-Apparat soll nebst der Bewegung der Lichtquelle in horizontaler Richtung auch deren Bewegung in verticaler Richtung gestatten, damit man sie gut centriren kann.

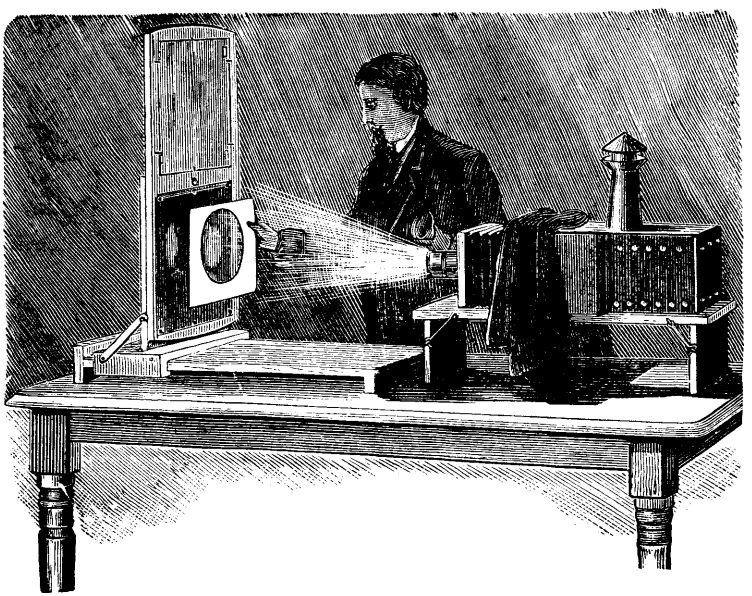


Fig. 864. Vergrösserungs-Apparat.

Die einfachste Methode vergrösserte Bilder herzustellen beruht in der Anwendung der Laterna magica oder des Sciopticons, welche bereits auf Seite 547 (im I. Band. 1. Hälfte dieses Werkes) beschrieben wurde.

Der grösseren Uebersichtlichkeit halber, geben wir in Fig. 863 eine schematische Abbildung des unter dem Namen „Sciopticon“ bekannten Projections- und Vergrösserungs-Apparates. Die Lichtquelle *P* befindet sich in einem lichtdichten Kasten und zwar im Brennpunkte der Condensatoren *CC*; häufig ist ein Hohlspiegel *S* angebracht, welcher jedoch die Lichtkraft nicht wesentlich vermehrt und entbehrlich ist.

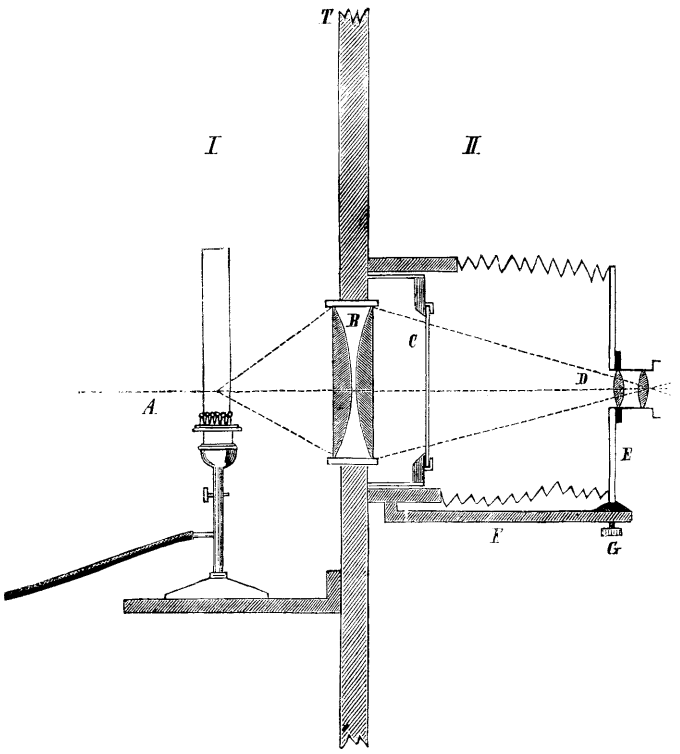


Fig. 865.

Vergrösserungs-Apparat mit Auer'schem Gasglühlicht und Condensator.

Durch die Condensatoren wird das Licht gesammelt; es geht durch das in einem Falz befindliche Negativ *F*, und fällt auf das Objectiv *M* (Petzval'sches Porträt-Objectiv oder Antiplanet), wonach die Strahlen im Brennpunkte *f* vereinigt werden, von dort divergent weiter gehen und auf einer verticalen Wand aufgefangen werden, wo ein vergrössertes Bild entsteht.

In Fig. 864 ist die Aufstellung eines solchen Sciopticons abgebildet: das Bild wird auf eine senkrechte Wand, auf welche Bromsilber-

papier[1]) aufgespannt ist, entworfen und zugleich mittels einer vorgehaltenen Schablone ein Theil des Bildes abgedeckt.

An der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren ist ein von Plössl in Wien ausgeführter Vergrösserungs-Apparat aufgestellt, bei welchem die Lichtquelle und der eigentliche Projectionsapparat in verschiedenen Räumen aufgestellt sind (Fig. 865). Die Thür T trennt beide Zimmer I u. II, wovon beide Dunkelkammern sind. In I befindet sich die Auer'sche Gas-Glüh-Lampe A (von 60—70 Kerzen Helligkeit). Das Licht derselben fällt auf den Condensator B, geht durch das Negativ C; das Vergrösserungs-Objectiv D befindet sich an einer Balg-Camera, welche am Bodenbrett F mittels der Klemmschraube G fixirt werden kann. Sowohl das Objectiv als das Negativ lassen sich seitlich verschieben. Das vergrösserte Bild wird auf einem Rahmen aufgefangen, auf welchem das empfindliche Papier befestigt ist.

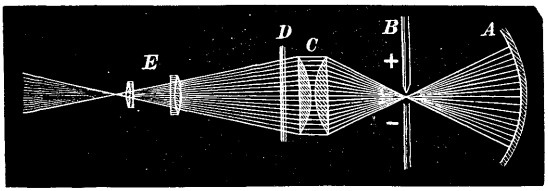


Fig. 866. Condensator für electrisches Licht.

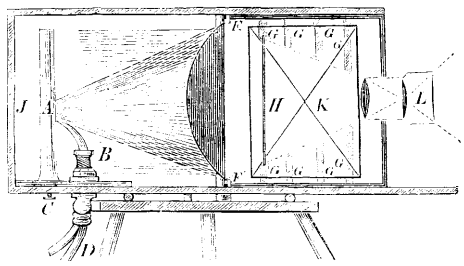


Fig. 867.
Vergrösserungs-Apparat mit Kalklicht.

Weil Bromsilbergelatine so lichtempfindlich ist, dass selbst das Licht einer Petroleumlampe genügt, um eine Vergrösserung herzustellen, so ist die Verwendung des Sciopticons oder ähnlicher Anordnungen eine zahlreiche. Besser erscheint allerdings das soeben erwähnte Gas-Glühlicht (s. auch Bd. I, 1. Hälfte dieses Werkes), oder eventuell Oxyhydrogen — oder electrisches Licht, da dieses intensive Licht auch durch dichtere Matrizen dringt, deren Vergrösserung bei schwachem Licht Schwierigkeiten macht. — Mittels des Sciopticons kann man vergrösserte Diapositive oder Negative, oder auch unmittelbar nach kleineren Negativen grosse Papierpositive herstellen; dieser letztere Weg ist der gebräuchlichste.

Ueber die Verwendung des electrischen Lichtes zu Vergrösserungszwecken wurde bereits im I. Band, 1. Hälfte, S. 482 gesprochen. Zur

1) Ueber die Herstellung und Entwicklung von Bromsilberbildern Bd III, S. 375 dieses Werkes (4. Aufl.).

besseren Uebersicht sei hier der Strahlengang unter Anwendung eines Spiegel- und Glas-Condensators wiederholt. Das Licht einer electrischen Bogenlampe *B* (Fig. 866) wird durch die Sammellinse *C*, als auch durch

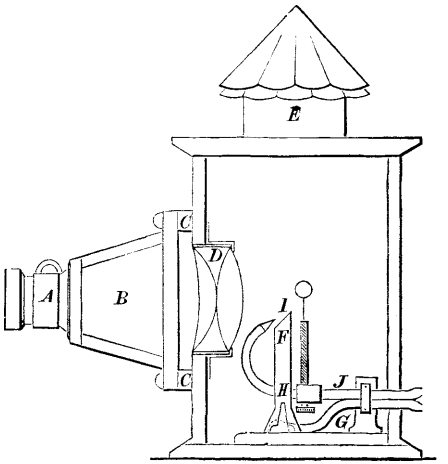


Fig. 868.

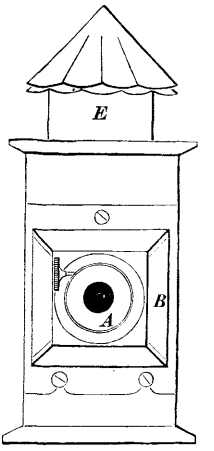


Fig. 869.

Vergrösserung-Apparat mit Kalklicht.

den Hohlspiegel *A* concentrirt und es fällt durch das Negativ *D*: die Strahlen vereinigen sich nahe hinter dem Vergrösserungs-Objectiv (*E*) und erzeugen das vergrösserte Bild[1]).

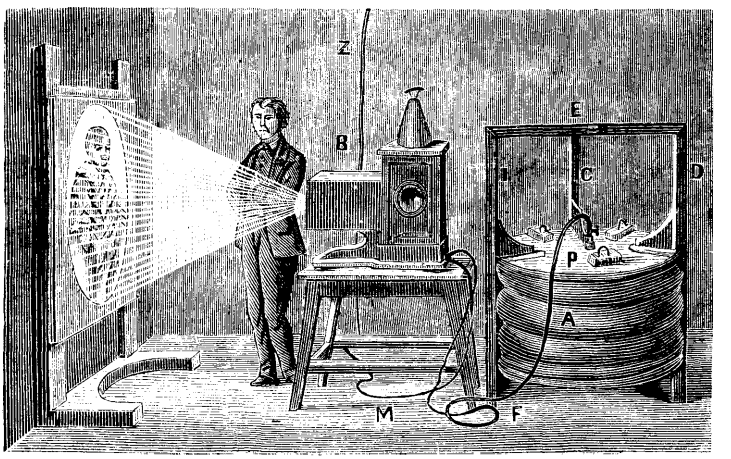


Fig. 870. Vergrösserungs-Apparat mit Kalklicht

In früheren Jahren, in welchen das electrische Licht noch nicht so leicht zu beschaffen war, als dies jetzt in den grossen Städten der Fall ist, wendete man häufiger das Drummond'sche Kalklicht an, als dies gegenwärtig geschieht (s. Bd. I, 1. Abtheilung dieses Werkes, S. 534).

1) Dubosq's System (1861).

Fig. 867 zeigt die Benutzung des Oxyhydrogen-Lichts (Kalklicht) zur Beleuchtung einer Solar-Dunkelkammer[1]). *A* ist das Kalklicht, *B* das Oxyhydrogen-Gebläse, *C* die Regulirschraube des Kalkcylinders, *D* die Gaszuleitung und *E* eine Sammellinse als Condensator, welcher im Holzrahmen *FF* befestigt ist. *GGGG* stellen die verschieden grossen Rahmen für die zu vergrössernden Negative dar. Die Strahlen des Oxyhydrogen-Lichtes convergiren hinter dem Condensator gegen das Vergrösserungsobjectiv (*L*) und erzeugen das Bild in der bekannten Weise.

Fig. 868 und 869 zeigen eine analoge ältere Vergrösserungs-Laterne mit Oxyhydrogen-Licht, wobei *I* und *G* die Gaszuleitung, *FJ* den Kalkcylinder, *D* den Condensator, *E* den Schornstein repräsentiren; bei *C* befindet sich das Negativ, bei *B* die Camera und bei *A* das Objectiv; Fig. 869 zeigt die Vorder-Ansicht.

In Fig. 870 ist eine einfache Anwendung des Vergrösserungs-Apparates mit Kalklicht ersichtlich gemacht; bei *P* befindet sich der mit Sauerstoff gefüllte Sack, aus welchem durch den Schlauch *F* der Sauerstoff zum Brenner geleitet wird, während durch *M* das Leuchtgas zugeführt wird. Aus der Vergrösserungslaterne fällt das Bild auf einen verticalen Schirm, auf welchem sich das empfindliche Papier befindet.

IV. Vergrösserungs-Apparate ohne Condensatoren unter Benutzung von zerstreutem Lichte.

A. Bei der Verwendung von hinlänglich lichtempfindlichen Substanzen kann man Vergrösserungen bei zerstreutem Tages- oder Sonnenlichte herstellen, und in diesem Falle sind die kostspieligen und schwerfälligen Apparate entbehrlich, welche beim Arbeiten mit der Solar-Camera erforderlich sind (s. S. 661). Man bringt mattes Glas[2]) als lichtzerstreuendes Medium hinter dem Negative an: das darauf fallende Licht erhellt das Negativ gleichmässig. Man kann den ganzen Apparat vertical anordnen, damit das Licht des ganzen Himmelsgewölbes frei auf das Negativ fällt; mangelt das Sonnenlicht, so kann man die Mattscheibe weg-

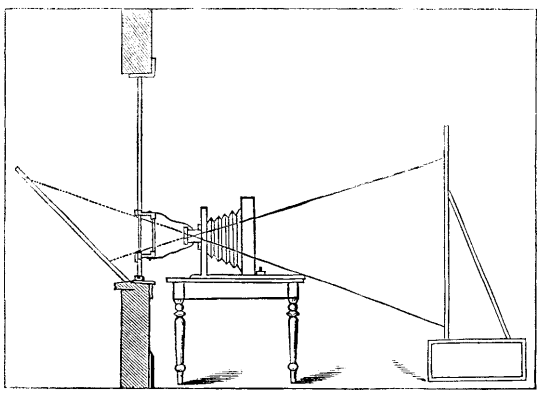


Fig. 871.
Vergrösserung bei zerstreutem Tageslichte.

1) Solche Anwendungen des Kalklichtes für Solar-Cameras finden wir schon im Jahre 1862 beschrieben (Phot. News. Bd. 5, S. 74).

2) Am besten ist feines Mattglas in doppelter Schicht oder eine beiderseits mattgeschliffene Glasplatte; eine grob mattirte Glasplatte zerstreut das Licht gut, absorbirt aber zuviel Licht (bis 60 Proc.). Sehr feines Mattglas in einfacher Schichte absorbirt wohl nur 12—17 Proc., lässt jedoch viel directes Licht durchgehen. (Dr. Stolze, Phot. Wochenbl. 1888. S. 1; 1889. S. 178.)

lassen. Beabsichtigt man nur mit diffusem Lichte zu arbeiten, so ist die Richtung des Apparates gegen Norden am günstigsten. Fig. 871 zeigt die Anordnung eines solchen Apparates, bei welchem ein geräumiges verfinstertes Zimmer als Dunkelkammer dient. Ein ausserhalb eines Fensters angebrachter Spiegel wirft das Himmelslicht auf eine im Fenster angebrachte Mattscheibe, hinter welcher sich das zu vergrössernde Negativ befindet. Eine Camera mit Objectiv ist mittels eines schwarzen Stoffsackes mit dem Negative verbunden, so dass kein Licht seitlich in das Zimmer fallen kann. Von der Camera ist die Visirscheibe entfernt, so dass das vergrösserte Lichtbild auf einer verticalen Wand projcirt wird.[1])

In dem Momente, in welchem ein lichtzerstreuendes Medium im Gange der Lichtstrahlen eingeschaltet wird, hört der Vortheil, den ein Condensator bietet, zum grössten Theile auf, so zwar, dass bei Anwendung eines gut wirkenden Reflectors der Condensator nicht nur ganz weg-

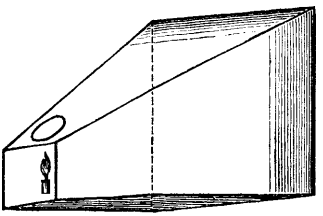


Fig. 872.

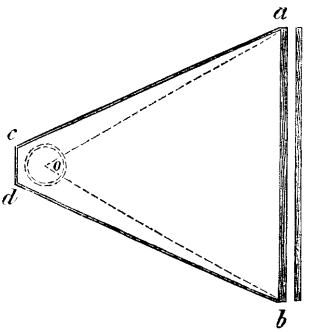


Fig. 873.

Reflectoren.

bleiben kann, sondern dass man sogar durch entsprechende Form des Reflectors in Verbindung mit der Mattscheibe eine grössere Lichtintensität erzielen kann, als bei Anwendung des Condensators. Selbstverständlich gilt das eben Gesagte nur für die photographische Vergrösserung. Für Projectionszwecke, wo behufs Sichtbarmachen der Vergrösserung einer grösseren Menge Zuschauer ein möglichst brillantes, also in den Lichtern sehr helles Bild nothwendig ist, wäre ein Reflector mit Mattscheibe nicht sehr empfehlenswerth, da dieser die durchsichtigen Stellen des Bildes im Verhältnisse nicht so hell beleuchtet, wie der Condensator.

Man gibt bei kleinen Bildern bis zu Cabinetformat der Anwendung eines Sciopticons mit Condensatoren den Vorzug; für grössere Formate jedoch sind Reflectoren und Mattscheiben vortheilhafter.

Man verwendet selten die schwer auszuführenden parabolischen Spiegel, sondern begnügt sich, die Lichtquelle durch ebene lichtreflectirende

1) S. Vergrösserung mit Bromsilberpapier, 3. Bd. dieses Werkes

Flächen zu umgeben, welche bis zum Bilde reichen und gegen dasselbe geneigt sind. Der Reflector erhält hierdurch die von Dr. Stolze[1]) zuerst in Vorschlag gebrachte Pyramidenform (Fig. 872), bei welcher das Bild die Grundfläche der Pyramide bildet und die Lichtquelle nahe der Spitze zu stehen kommt. Da dieser Reflector den ganzen Raum zwischen Lichtquelle und Negative abschliesst, geht ausser durch Absorption durch die reflectirenden Flächen kein Licht der Lichtquelle verloren und wird die gesammte angestrahlte Lichtmenge, wenn auch nach mehrfachen Reflexionen, auf das zu vergrössernde Bild geleitet. Die Dimensionen und die Form des Pyramiden-Reflectors hängen einerseits von der Grösse des Negatives, andererseits von der Art der zu verwendenden Lichtquelle ab.

Je grösser das zu vergrössernde Bild, desto weiter muss bei Verwendung nur einer Lichtquelle dieselbe sich befinden, damit mit der grösseren Entfernung auch die Beleuchtung gleichmässiger werde.

Bei der in Rede stehenden Beleuchtungsart ist dies auch zulässig, da durch den bis zum Negative reichenden Reflector kein Licht unbenützt nach aussen treten kann.

Die Minimal-Entfernung bei der kleinsten Bildgrösse, welche auf diese Art noch zweckmässig beleuchtet werden kann, nämlich 13×18 cm dürfte 15 — 16 cm betragen. In diesem Falle werden die von der Lichtquelle nach den Rändern der Mattscheibe gezogen gedachten Lichtstrahlen *oa* und *ob* (Fig. 873) einen Winkel von 60 Grad mit einander umschliessen. Die Form *abcd* des Reflectors ergibt sich dann von selbst, wenn man den Raum, den die Lichtquelle selbst in Anspruch nimmt, in Berücksichtigung zieht.

Behält man den Winkel von 60 Grad bei, wie es auch am zweckmässigsten ist, so wird bei einer einzelnen Lichtquelle mit der Grösse des Bildes auch die Entfernung der Lichtquelle von derselben zunehmen.

Kann man bei einem grösseren Negative mehrere Lichtquellen anwenden, so ist dies nur von Vortheil, weil hierdurch nicht nur eine grössere Lichtintensität, sondern auch eine bessere Lichtvertheilung erzielt wird. Die Lichtquellen können dann über- und nebeneinander angeordnet und auch an das Negativ näher herangerückt werden.

Bei dieser Beleuchtungsmethode ist es auch zulässig, eine Lichtquelle anzuwenden, welche nicht unbeweglich ist, wie z. B. die Flamme eines spiralförmig gewundenen, innerhalb des Reflectors brennenden Magnesiumbandes.

Gegenüber der Beleuchtung ohne Reflector wird bei einer Verwendung des Reflectors nach Fig. 873 die auf das Bild entfallende Lichtmenge

1) Phot. Wochenblatt 1888. S. 10 und 1889. S. 181.

nach Schätzungen Dr. Stolze's circa 7mal grösser sein, als im ersten Falle.

Was das Material für den Reflector betrifft, kann versilbertes oder vernickeltes Messing oder Zinkblech verwendet werden.

Sobald es sich darum handelt, Vergrösserungen nach einem bestimmten Negativ-Formate auf ein bestimmtes Vergrösserungs-Format zu bringen, kann der Vergrösserungs-Apparat eine fixe Einstellung erhalten und wird dann ungemein einfach. Solche Vorrichtungen wendet Dr. Meydenbauer für seine Architectur- und Messbild-Aufnahmen an.[1])

Ein ganz glatter obeliskenförmiger Kasten (Fig. 874) aus dünnen Brettern enthält alles zum Vergrössern Nothwendige in festen Verbindungen. Am schmalen Ende befindet sich eine Klappe, die das Negativ durch Federdruck an bestimmter Stelle festdrückt. Darüber, dem Lichte zugekehrt, liegt eine matte Scheibe, die lediglich dazu dient, dem Negative das Licht gleichmässig zuzuführen, wenn man mit künstlichem Lichte oder der Sonne arbeitet. In Tageslicht kann sie fortbleiben, wenn man die nicht übermässig grosse Camera gegen das geöffnete Zimmerfenster hält. Muss man gegen das geschlossene Fenster arbeiten, so muss man die Richtung der Camera während der Belichtung zuweilen ändern. Die matte Scheibe hebt nämlich die directe Durchstrahlung nicht ganz auf und es bildet sich ein verwaschenes Bild auch entfernter Gegenstände mit starken Lichtunterschieden, hier der Fenstersprossen, die sich gegen den hellen Himmel abheben. Als Objectiv benutzt Meydenbauer einen Steinheil'schen Weitwinkel-Aplanaten mit kleinster Blende.

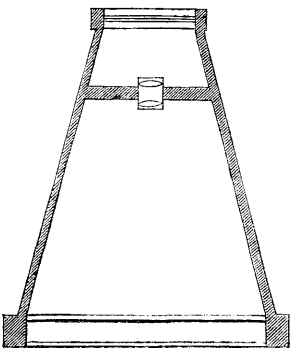


Fig. 874.
Reflector-Kasten.

B. Verschiedene Systeme von Vergrösserungs-Cameras, bei welchen zwei Cameras aneinander geschaltet werden, wurden bereits auf S. 431 (Fig. 470—475) beschrieben. Das Princip dieser Apparate ist mit dem in Fig. 871 abgebildeten Apparate identisch, da in allen diesen Fällen das Negativ durch eine matte Glasscheibe mit diffusem Lichte beleuchtet und mit gewöhnlichen Objectiven mittels einer Balgcamera vergrössert wird. Solche Apparate eignen sich besonders zur Herstellung von grossen Negativen nach kleinen Diapositiven (besonders Pigmentdruck, vergl. S. 661).

---

1) Meydenbauer, Das photographische Aufnehmen zu wissenschaftl. Zwecken und das Messbild-Verfahren. S. 118. (Berlin 1892.)

Als Nachtrag zu der auf S. 431 u. ff. erwähnten Vergrösserungs-Camera sei hier noch jene von Wanaus in Wien erwähnt, wovon der erste Apparat für Herrn Baron A. von Rothschild hergestellt wurde (1892).

Ein derartiger Vergrösserungs-Apparat befindet sich auch an der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren und ist in Fig. 845 abgebildet.

Auf einem grossen Tische (*C*) befinden sich zwei Cameras *A* und *B*; die erstere trägt bei *a* ein Objectiv (z. B. Antiplanet von 36 cm Focus) welches durch eine Klappe bei *c* verschliessbar ist; der seitlich mit einer Thür versehene Holzkasten *b* verbindet die eigentliche Aufnahme-Camera

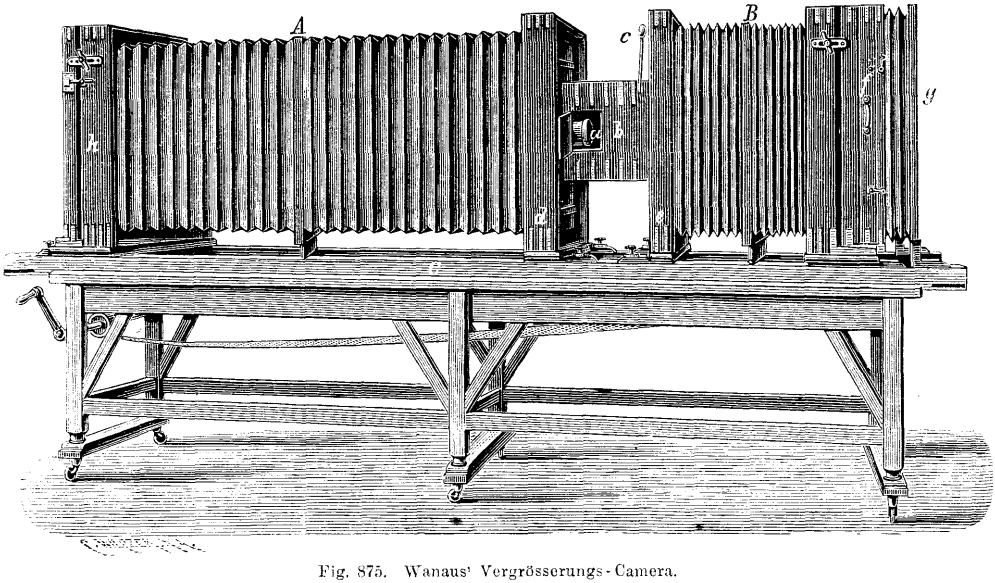


Fig. 875. Wanaus' Vergrösserungs-Camera.

mit der zweiten Camera *B*, welche im Rahmen *f* das zu vergrössernde Negativ und in einiger Entfernung die mattirte Glasscheibe *g* enthält. Der Apparat wird gegen ein Fenster oder die Atelier-Glaswand gerichtet. Es fällt dann das durch die Mattscheibe gleichmässig erhellte Bild des Negativs, welches durch das Objectiv *a* entsprechend vergrössert ist, auf die Visirscheibe *h*, resp. auf die Bromsilbergelatineplatte. Der Cameratheil *h* lässt sich neigen. Durch die verschiedene Stellung der Cameratheile *A* und *B*, welche mittels Kurbeln und Uebertragungsbändern erfolgt (s. S. 428), kann eine mehr oder weniger bedeutende Vergrösserung erzielt werden; stets ist falsches seitliches Licht ausgeschlossen. Nimmt man den Holzkasten *b* weg und schliesst die Rahmen *c* und *d* dicht zusammen, so erhält man eine gewöhnliche Camera mit sehr langem Auszuge, welcher

bei einer Plattengrösse von 50×60 cm ungefähr $2^1/_2$ m beträgt; dadurch wird diese Wanaus-Camera universell verwendbar.

Unter Benutzung der verschiedenen hier beschriebenen Vorrichtungen kann man in allen jenen einfacheren Fällen in der Praxis, bei denen mit photographischen Schichten von höherer Lichtempfindlichkeit gearbeitet wird, gute Vergrösserungen herstellen; dagegen muss in allen jenen Fällen die Solar-Camera oder electrisches Bogenlicht angewendet werden, wo es sich um die Herstellung von Vergrösserungen auf wenig empfindlichen Papieren, Leinwand etc. handelt.

V. Grenzen der photographischen Vergrösserung.

Die Grenzen, bis zu welchen die photographische Vergrösserung getrieben werden kann, sind ziemlich enge. Einerseits muss das zu verwendende Original (Negativ oder Positiv) hinlängliche Abstufung des Lichtes und Schatten und eine befriedigende Feinheit der Schärfe zeigen; eine an und für sich mässige Unschärfe wächst bei der Vergrösserung häufig zu einer unmässigen Unschärfe, welche undeutliche Bilder gibt, an. Bereits auf S. 215 dieses Bandes wurde erwähnt, dass es keine absolute Bildschärfe gibt, und dass bei den besten Photographien eine Unschärfe von $^1/_{10}$ mm vorkommt und zulässig ist; solche Bilder lassen sich ganz gut 4fach und noch etwas mehr vergrössern und geben dann immer noch Bilder von vortrefflicher Schärfe und Deutlichkeit. Vergrösserungen (nämlich Porträte) brauchen eine geringere Feinheit der Schärfe als kleine Bilder zu haben, weil man grosse Bilder aus grösserer Entfernung betrachtet und es wurde bereits auf S. 216 gezeigt, dass grosse Bilder eine Unschärfe von 1 mm haben können [1]), wenn man sie von $2^1/_2$ m Distanz betrachtet.[2])

Daraus geht hervor, dass man Negative mit sehr scharfen Contouren und feinen Details weitaus besser vergrössern kann, als mässig scharfe Bilder, z. B. Moment-Aufnahmen, bei welchen vielleicht das Objectiv nur wenig abgeblendet war und durch die Raschheit der Bewegung des Modells die Contouren sich verwischt haben.

Andererseits bietet das ziemlich grobe Korn der Bromsilbergelatineplatten und dass nicht viel weniger grobe Korn nasser Collodionplatten ein grosses Hinderniss für eine bedeutende Vergrösserung. In der Regel wird das Bromsilberkorn schon bei einer 10fachen Vergrösserung sicht-

1) D. h. dass ein Punkt durch ein Scheibchen von 1 mm dargestellt wird.

2) Es handelt sich bei der Bruchtheilung der Bildschärfe um die Aufstelldistanz des Beschauers und den Sehwinkel unter dem er das Bild beobachtet; das Mass der Bildschärfe ist eben ein Winkelmass.

bar; bei manchen Bromsilber-Emulsionsarten erst bei einer 20—30fachen Vergrösserung. Beide Umstände wirken zusammen, dass man nach gewöhnlichen guten Bromsilbergelatine- oder nassen Collodion-Negativen in der Regel bloss eine 4—6fache Vergrösserung für vortheilhaft erklären kann. Deshalb ist der von Herrn Baron A. von Rothschild in der Plener-Versammlung der Wiener Photographischen Gesellschaft vom Mai 1892 empfohlene Vorgang als der richtige zu bezeichnen, da derselbe die Herstellung von Negativen im beiläufigen Formate von 13×18 cm bis 18×24 cm empfiehlt, um darnach Vergrösserungen im

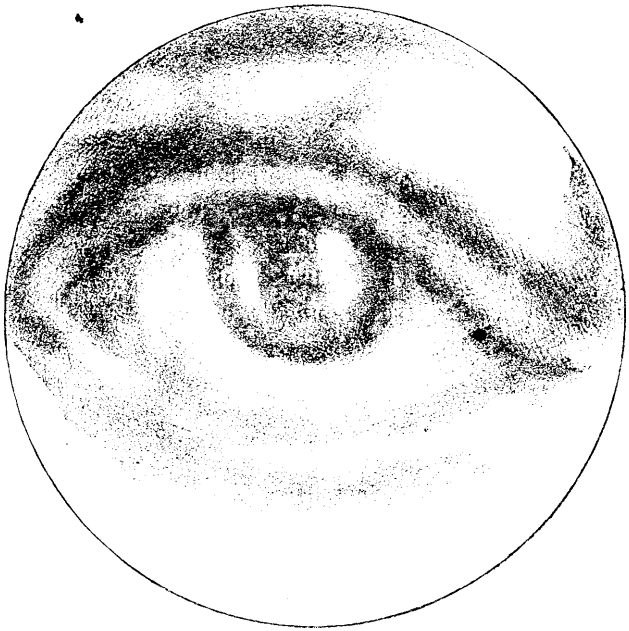


Fig. 876. Vergrösserung eines Negativs.

Formate von circ 50×60 cm zu erhalten. Die übertriebene Vergrösserung nach kleinen Negativen fällt selten befriedigend aus.

Die zur Vergrösserung bestimmten Negative sollen eine mässige oder keine Retouche aufweisen, da sich die Retouche und ihre Fehler mit vergrössern. Besser ist es, die Retouche an den grossen Negativen anzubringen, wo sie dann viel besser wirkt. Vergrösserungen, welche nach kleinen Negativen direct auf Papier erzeugt werden, verlangen am Papierpositive in der Regel eine namhafte Retouche, während Copien nach vergrösserten und retouchirten Negativen fast ohne Positivretouche hergestellt werden können (s. S. 661).

Das Korn und die Tonabstufungen der zu vergrössernden Originalmatrize sind ausschlaggebend für das Endresultat. Das gröbste Korn

liefern rapide Bromsilbergelatineplatten, bei deren Herstellung das Bromsilber in Folge des langwierigen Reifungsprocesses sich zusammengeballt hat und grob wird.[1]) Im Durchschnitte zeigt das Korn von Rapidplatten 0,003—0,004 mm. — Bei nassen Collodionplatten besteht das Bild aus Silberkörnchen von durchschnittlich 0,001—0,002 mm.

Betrachtet man solche Platten bei einer circa 100fachen Vergrösserung, so erscheint z.B. das Bild eines Auges sandig und unklar, wie Fig. 876 andeutet.

Feiner im Korn ist gute Bromsilber-Collodion-Emulsion, noch feiner Chlorsilber-Gelatine-Emulsion mit alkalischer Entwickelung oder Chlorbromplatten, welche auch häufig zur Herstellung von Diapositiven verwendet werden. Besonders zart ist das Korn von gutem Pigmentpapiere oder von Clorocitrat-Emulsion[2]), welche auscopirt oder mit saurer Hydrochinonlösung entwickelt wird.[3]) Auch die silberhaltigen Eiweissschichten geben ein höchst feines Korn, welches selbst bei mehr als 100facher Vergrösserung nicht kenntlich ist.

Daraus geht hervor, dass zur Herstellung von Diapositiven für Vergrösserungszwecke besonders geeignet ist das Pigmentverfahren[4]) und die Chlorsilber- oder Chlorbrom-Gelatine-Emulsion mit Hervorrufung, sowie Chlorocitrat-Emulsion mit oder ohne Hervorrufung.[5])

Da aber, wie erwähnt, die Grenze der zulässigen Vergrösserung nicht allein vom Korne des photographischen Originalbildes abhängig ist, sondern auch von Feinheit der Bildschärfe, so helfen auch diese feinkörnigen Bildschichten über die Schwierigkeiten einer ansehnlichen Vergrösserung nur in seltenen Fällen hinweg.

Mit Hilfe der mitgetheilten Behelfe wird die Frage: „Wie weit darf man mit der Vergrösserung einer photographischen Original-Aufnahme gehen?" von Fall zu Fall zu entscheiden sein und die Beantwortung derselben keine grossen Schwierigkeiten bereiten.

---

1) Ganz unreife Bromsilber-Gelatine-Emulsion zeigt ein viel feineres Korn, ist aber sehr wenig empfindlich.

2) S Bd. III.

3) S. Valenta, Phot. Corresp. 1892. (Das Korn solcher Platten ist selbst bei mehrerer 100facher Vergrösserung nicht sichtbar).

4) Dasselbe gibt nach kräftigen contrastreichen Negativen sehr gute Diapositive. Man benutzt Diapositivpapier in Photographieton, und verstärkt entweder die Pigment-Glasbilder mit übermangansaurem Kali oder benutzt rothes Pigmentpapier (Röthel), welches Diapositive von besserer Deckkraft liefert.

5) Chlorbromplatten, wowie Chlorocitratplatten mit Hervorrufung sind besonders zur Erzeugung von Diapositiven nach dünneren Negativen mit geringeren Contrasten geeignet.

EINUNDDREISSIGSTES CAPITEL.

PRÜFUNG DER CAMERA.

Die Camera, welche zu photographischen Aufnahmen dient, muss lichtdicht und richtig gearbeitet sein.[1])

Der Weg zur Prüfung ist im Allgemeinen folgender:

I. Falsches Licht in der Camera oder den Cassetten.

Man hat sich zu überzeugen, ob nirgends eine Spalte oder ein Riss ist, durch welche fremdes Licht eindringen kann; ob Objectivbrett, Cassette etc. genau in ihren Falzen sitzen. Man kann bei geschlossenem Objective eine empfindliche Platte mittels der Cassette in den Apparat bringen, den Cassetten-Schieber öffnen und nach einiger Zeit entwickeln, um zu sehen, ob ein Lichteindruck nachweisbar ist.

Auch die Cassetten sind zu prüfen, ob sie lichtdicht sind. Nicht selten befindet sich im Innern der Camera eine glänzende Stelle; z. B. kann der matte schwarze Anstrich derselben durch vieles Reinigen seine Stumpfheit verloren haben. Dadurch entstehen während des Exponirens der Platte Reflexe in der Camera, welche der Brillanz des Bildes schädlich sind (namentlich bei hochempfindlichen Platten bemerklich).

Bemerkt man solche glänzende Stellen, so bestreicht man sie mit dünnem Leimwasser, dem viel Russ eingeführt wurde[2]) oder mit dünnem Schellack-Firniss und viel Russ.

---

1) Ueber Allgemeine Anforderungen an die Camera s. Capitel XIX, XX und XXI.

2) Als Schwärze für Camera-Holz wird empfohlen: Man kocht Blauholz mit gleichviel Wasser und setzt etwas Soda zu. Hiermit streicht man das Innere der Camera an, bis das Holz nicht mehr dunkler wird. Nach dem Trocknen nimmt man ein Tuch mit etwa 4 Proc. Eisenvitriollösung und reibt diese ins Holz hinein. Dadurch entsteht ein tiefes Schwarz, welches nicht auf, sondern in dem Holze liegt (Phot. Archiv. 1871. S. 55). — Gute schwarze Holzbeizen sind übrigens auch in fertigem Zustande käuflich.

Von manchen Seiten wurde zur völligen Vermeidung von Reflexlicht im Innern der Camera empfohlen, im Innern der Camera grosse Blenden anzubringen. Dieselben verhindern, dass irgend welches directe Licht auf die Seiten fällt.[1])

II. Cassetten-Differenz.

Nicht selten wird die Camera dadurch fehlerhaft, dass die in die Cassette gelegte empfindliche Platte nicht genau dieselbe Stelle einnimmt, als die Visirscheibe (s. S. 391). Dadurch verliert das Bild, welches auf der matten Scheibe dem Auge ganz scharf erschien, die Schärfe, was bei geringer Aufmerksamkeit mit Focus-Differenz verwechselt werden kann (s. S. 213).

Die sicherste Probe auf „Cassetten-Differenz" ist folgende: Man legt die matte Scheibe in die Cassette, setzt diese in die Camera und stellt nun ein. Am besten bedient man sich dabei eines Porträt-Objectivs und eines auf Brett gespannten, schräg gestellten Zeitungsblattes. Hat man mittels einer Lupe auf eine Zeile scharf eingestellt, so nimmt man die Cassette heraus und setzt die gewöhnliche Visirscheibe ein. Erscheint auch auf dieser das Bild derselben Zeile noch vollkommen scharf, so ist keine Cassetten-Differenz vorhanden. — Andererseits kann man durch Verrücken der matten Scheibe leicht die Grösse der Differenz finden und danach die Cassette corrigiren. Es kommen dabei Fehler von 1 mm nicht selten vor. Solche Fehler sind namentlich bei photogrammetrischen Apparaten von sehr üblen Folgen, weil die Bildweite dadurch inconstant wird und fehlerhafte Construction des aus den photogrammetrischen Aufnahmen abzuleitenden Planes zur Folge haben. Deshalb müssen für diese Zwecke die Cassetten besonders genau construirt werden (s. S. 635, 647 und 657).

III. Uebereinstimmung der Einlegerahmen.

Ebenso wie die Visirscheibe mit der Cassette selbst in ein und derselben Ebene liegen muss, so müssen auch die einzelnen Einlegerahmen damit übereinstimmen. Je grösser die Zahl der Einlegerahmen, desto grösser wird die Gefahr der Abweichung. Die Prüfung geschieht gerade so, wie die „Cassetten-Differenz".

IV. Die Visirscheibe steht nicht parallel dem Einlegerahmen,

mit anderen Worten, die optische Achse ist nicht senkrecht auf der Visirscheibe.

Dieser Fehler kann ein constanter zufolge schlechter Construction der Camera sein, oder es reibt sich beim Aufziehen die eine Seite der

1) Phot. Wochenbl. 1881. S. 110; aus Brit. Journ. Phot. 1881. S. 142.

Visirscheibe stärker auf dem Bodenbrette als die andere und bleibt somit etwas zurück, was eine schräge Stellung verursacht.

Am besten prüft man nach Stolze in dieser Richtung durch folgende Methode[1]): Man stelle auf feine Schrift so ein, dass sie auf der einen Seite der Visirscheibe scharf erscheint, und drehe dann die ganze Camera auf dem unverändert stehen bleibenden Stative so weit, dass nur das eingestellte Object auf der entgegengesetzten Seite der Visirscheibe sichtbar ist. Bleibt das Bild scharf, so ist kein wirklich nachtheiliger Fehler vorhanden. Man kann bei dieser Gelegenheit auch leicht untersuchen, ob überhaupt eine wenn auch unerhebliche Differenz da ist. Man braucht nämlich nur die Grösse desselben Gegenstandes in beiden Stellungen der Camera auf der Visirscheibe oder noch genauer auf einer wirklich exponirten Platte zu messen, bei der man zuerst eine, dann die andere Hälfte wie bei der Herstellung von Doppelbildern verdeckte. Bleibt die Grösse constant, so war die Camera ganz exact gebaut.

V. Das Objectiv sitzt nicht richtig zu seinem Anschraubering, mit anderen Worten, es befindet sich in einem falschen Gewinde; oder die Anschraubung sitzt nicht parallel mit dem Objectivbrette.

Man stellt wie oben auf feine Schrift ein, so dass das Bild auf beiden Seiten der Visirscheibe gleich scharf erscheint. Man dreht dann das Objectiv in seinem Ringe einmal halb herum. Ist es richtig, so wird das Schärfeverhältniss an beiden Seiten dasselbe bleiben; ist es fehlerhaft, so wird es umgekehrt.

Um einem solchen Fehler abzuhelfen, genügt es, an einer Seite unter den Anschraubering etwas unterzulegen, so dass die Achse des Objectives senkrecht zur Visirscheibe steht.

Da die genaue Prüfung und eventuelle Reconstruction von photographischen Cameras und Cassetten nur mit ziemlich grossen Verlust an Zeit und Kosten auszuführen ist, so soll der Photograph von Verwendung schleuderhaft angefertigter Dutzendwaare absehen und — ebenso wie beim Ankaufe von Objectiven — erprobte und solide Apparate wählen. — In der Regel wachsen die Kosten an den durch Verwendung von unverlässlichen Apparaten verdorbenen photographischen Platten weit höher an, als man bei der Anschaffung minderwerthiger Apparate erspart.

Ueber die Prüfung photogrammetrischer Cameras s. S. 624.

---

1) Phot. Wochenbl. 1881. S. 125.

NACHTRAG.

PHOTOGRAPHIREN AUF GROSSE DISTANZEN. — FERNPHOTOGRAPHIE. — TELEOBJECTIVE.

Auf Seite 170 dieses Bandes wurde der älteren Versuche Erwähnung gethan, um Photographien auf grosse Distanzen zu ermöglichen. In jüngster Zeit haben sich mehrere hervorragende Optiker mit der Weiterbildung dieses Problems befasst und günstige Erfolge erzielt.

Schon im Februar 1890 hatte Dr. A. Steinheil in München an das Marineamt in Deutschland ein photographisches Fernrohr zu terrestrischen Zwecken geliefert, welches dort zu Küsten-Aufnahmen verwendet wird (s. S. 707), und später (1891) zeigte er, dass man jeden Aplanat oder Antiplanet in ein Teleobjectiv umwandeln kann (s. Phot. Corresp. 1892. S. 307) und legte am 26. April 1892 solche Bilder vor (a. a. O.).

Dr. Miethe meldete im October 1891 ein Patent auf ein eigenartiges „Teleobjectiv" an, welches aus einer langbrennweitigen positiven und einer kurzbrennweitigen Negativ-Combination hergestellt ist.

Dr. Miethe's Patent vom 19. October 1891.

Die Linsencombination, deren Patentschutz ich nachsuche, hat den Zweck, entfernte Gegenstände in vergrössertem Massstabe und zwar in beliebiger Grösse zu photographiren.

Um diesen meinen Zweck zu erreichen, verbinde ich eine sammelnde Linsencombination von längerer Brennweite mit einer zerstreuenden von kürzerer Brennweite in der Weise, dass ihre gegenseitige Distanz verändert werden kann. Bei einer gewissen Stellung beider Linsen gegen einander entwirft das ganze System auf einer gegebenen Ebene ein reelles, verkehrtes, vergrössertes, primäres Bild, da die Aequivalent-Brennweite des ganzen Systems grösser ist als die der Sammellinse allein. Rückt die Zerstreuungslinse der Sammellinse näher, so rückt der Schnittpunkt der Strahlen weiter von der Zerstreuungslinse fort, und die Aequivalent-Brennweite des ganzen Systems vergrössert sich.

Es ist nun zunächst die Verschiedenheit meiner neuen Construction (siehe weiter unten von gewöhnlichen photographischen Objectiven darzulegen. Dieselbe besteht darin, dass:

1. Eine Sammellinse mit einer Zerstreuungslinse von kürzerer Brennweite verbunden ist. Bei allen anderen photographischen Objectiven hat, wenn überhaupt ein zerstreuender Theil vorhanden ist, derselbe eine längere Brennweite als der sammelnde.

2. Die Aequivalent-Brennweite des neuen Systems ist durch blosse Veränderung der Linsendistanz innerhalb beliebiger Grenzen veränderlich, infolgedessen

3. der Massstab der Abildung innerhalb beliebiger Grenzen veränderlich.

4. Das Bild ist bei gegebenem Cameraauszuge wesentlich grösser (praktisch bis ca. 10—15 mal) als mit gewöhnlichen photographischen Linsen.

Da ferner die neue Combination in der schematischen Zusammensetzung Aehnlichkeit mit dem Galiläischen Fernrohre zeigt, so muss auch gegen dieses eine scharfe Abgrenzung formulirt werden.

Diese Verschiedenheit besteht:

1. In der Verschiedenheit des Zwecks,

2. darin, dass das Galiläische Fernrohr virtuelle Bilder zu entwerfen bestimmt ist, während die neue Construction reelle entwirft.

3. In der durch diese Unterschiede bedingten Ausführung der optischen Construction.

Auf diesen letzten Punkt mag genauer eingegangen werden. Zunächst ist die neue Construction ihrem Zwecke entsprechend chemisch zu achromatisiren. Ausserdem braucht beim Galiläischen Fernrohre weder auf die Ebenheit des Bildfeldes, noch Distortionsfreiheit des Bildes, noch auf die Wegschaffung der chromatischen Vergrösserungsdifferenz Gewicht gelegt zu werden. Ganz andere Anforderungen sind an die Construction des neuen Instrumentes zu stellen:

1. Das Bildfeld muss in einer grossen Ausdehnung (8—14 Grad) frei von Focusdifferenz und chemischer Differenz der Farbenvergrösserung sein.

2. Das Bildfeld muss eben sein.

3. Die Distortion muss gehoben sein, damit sich gerade Linien im Bilde wieder als gerade Linien darstellen.

4. Schiefe Strahlenbüschel müssen möglichst scharfspitzig sein, d. h. der Astigmatismus und hauptsächlich die Coma müssen möglichst gehoben sein.

Zur Erfüllung dieser Bedingungen sind zwei Wege einzuschlagen. Einmal ist an passender Stelle zwischen beiden Linsencombinationen eine variable Blendvorrichtung einzuschalten, welche, ohne das Bildfeld einzuschränken, die Beleuchtungsgleichmässigkeit desselben vermehrt und die Abberration schiefer Strahlenbüschel praktisch unschädlich macht. Zweitens aber muss, und das ist besonders wichtig, die optische Construction den vorgenannten Bedingungen angepasst werden. Für den angestrebten Zweck genügt es daher keineswegs, dass die Abberrationen der beiden Linsencombinationen für sich und nur auf der Achse gehoben werden, sondern die Negativcombination muss so beschaffen sein, dass sie die Aberrationen schiefer Strahlenbüschel, mit welchen die Sammellinse behaftet ist, möglichst gut corrigirt.

Es kommen hier also dieselben Constructionsprincipien in Frage, wie beim Petzval'schen Orthoscope[1]), bei welchem die in diesem Falle langbrennweitige negative

1) S. diesen Band. S. 139.

Hinterlinse die Aufgabe hat, hauptsächlich die Bildfeldkrümmung, den Astigmatismus und die farbige Vergrösserungsdifferenz der Positivlinse zu vermindern.

Unter Berücksichtigung aller dieser Bedingungen kann trotzdem die Construction meines neuen Linsensystems eine ausserordentlich variable sein, da sich aus einer gewissen angenommenen Form der Positivlinse, bei gegebener anzustrebender Vergrösserung durch Auswahl unter den vorhandenen für diesen Zweck brauchbaren Glassorten eine gewisse Form der Negativlinse ergibt. Selbst wenn man die praktisch wünschenswerthe Bedingung aufstellt, dass das ganze System nur aus zwei verkitteten Linsencombinationen bestehen soll, ist die Zahl der möglichen Ausführungen eine sehr grosse.

Einen ganz einfachen Fall mögen die folgenden Daten veranschaulichen, welche ein typisches Beispiel einer ganzen Anzahl ähnlicher, praktisch vielleicht ebenso zweckmässiger Constructionen darstellen.

A. Sammellinse.

Constanten des Crownglases: $n_D = 1{,}516$, $n_G = 1{,}525$,

$$\frac{n-1}{n_D - n_F} = 69{,}8.$$

Constanten des Flintglases: $n_D = 1{,}569$, $n_G = 1{,}586$,

$$\frac{n-1}{n_D - n_F} = 42{,}8.$$

Brennweite der Doppellinse $= 1{,}00$: Crown voraus:

$r_1 = 0{,}664$, $r_2 = 0{,}286$: Mitteldicke der Linse 0,04;
$r_3 = 0{,}286$, $r_4 = 1{,}364$: „ „ „ 0,016;
Oeffnung 0,29.

B. Zerstreuungslinse.

Constanten des Crownglases: $n_D = 1{,}515$, $n_G = 1{,}527$,

$$\frac{n-1}{n_D - n_F} = 56{,}1.$$

Constanten des Flintglases: $n_D = 1{,}620$, $n_G = 1{,}643$,

$$\frac{n-1}{n_D - n_F} = 36{,}0.$$

Flintglaslinse zwischen zwei Crownglaslinsen, Radien in Theilen der Brennweite der Sammellinse:

$r_1 = -\ 0{,}2571$, $r_2 = \ \ 0{,}1643$: Mitteldicke des Crowns 0,013;
$r_3 = \ \ 0{,}1643$, $r_4 = -\ 11{,}30$: Flint, scharfkantig;
$r_5 = -\ 11{,}30$, $r_6 = +\ 0{,}5100$: Mitteldicke des Crowns 0,013;
Oeffnung 0,2.

Wünscht man dem Systeme eine andere Vergrösserung zu geben, so genügt es nicht, die Radien der Concavlinse proportional zu verändern, sondern die Form derselben ist, wenn auch geringfügigen Variationen unterworfen.

Patentanspruch:

Ein photographisches Objectiv zur Aufnahme entfernter Gegenstände in veränderlicher Grösse, gekennzeichnet durch die Combination eines nahezu oder vollständig chemisch achromatisirten Linsensystems von positiver Brennweite mit einem ebenfalls chemisch nahezu oder vollständig achromatisirten Linsensystem von kürzerer negativer Brennweite in einer derartigen veränderlichen Entfernung, dass die ganze Combination in einer beliebig zu wählenden Entfernung von der Negativlinse ein reelles Bild entfernter Gegenstände entwirft.

Gleichzeitig mit Dr. Miethe trat Dallmeyer in London mit einem nach ähnlichen Principien construirten Teleobjective hervor.[1]) — Auch Karl Fritsch (vorm. Prokesch in Wien) trat nach dem Genannten im Mai 1892 mit einem Teleobjective hervor, welches aus einer Combination des Antiplanet mit einer Zerstreuungslinse besteht.[2]) [Vergl. S. 701.]

Schliesslich erwähnen wir noch eine Abhandlung Spitaler's (Phot. Corresp. 1892. S. 173), welche hervorhebt, dass das Princip von Steinheil's, Miethe's und Dallmeyer's Teleobjectiv analog ist dem galiläischen Fernrohre und dem im Jahre 1827 von Littrow erfundenen und von Plössl ausgeführten Dialyten; auch bei Petzval's Orthoscop (s. S. 139) kommt dieses Princip zur Anwendung. Die Principien der Fernphotographie liegen in der Theorie des Fernrohres, wie Dr. Steinheil in seiner unten abgedruckten Abhandlung hervorhebt.

Wir wollen die Publicationen der hervorragendsten Forscher auf dem Gebiete der Fernphotographie in der Reihe, in welcher sie chronologisch erschienen sind, hier folgen lassen.

---

1) Dallmeyer macht Prioritätsansprüche gegenüber Dr. Miethe geltend (Brit. Journ. Phot. 1891. S. 750), indem er hervorhebt, dass seine (Dallmeyer's) Patentansprüche vor jenen von Miethe datirt gewesen sein sollen und macht verschiedene Bemerkungen über „telescopische Photographie", woraus hervorgeht, dass er ähnliche Principien wie Dr. Miethe selbständig angewendet hatte.

Die Details der Construction der Dallmeyer'schen „Telescopic photographic Lens" beschrieb derselbe in „The Journal of the Camera-Club" (1892, S. 10, und „Phot. News" (Januar 1892) und veranschaulichte die Abhandlung durch mehrere Figuren — Auch Traill Taylor hatte im Jahre 1873 (Brit. Journ. of Phot. 1873) 19. Sept.), sowie im Jahre 1877 (Brit. Journ. Phot. Almanac. for 1877. S. 194) die Idee von vergrössernden photographischen Objectiven angeregt (vergl. den Bericht über diese und ähnliche Vorschläge „Amateur Photogr." 1892, S. 40). — Ueber eine weitere belangreiche Arbeit H. Schroeder's über diesen Gegenstand siehe Brit. Journ. of Photogr. 1892. S. 76

2) Phot. Corresp 1892. S. 308 und 332.

I. Ueber Fernphotographie[1]) von Dr. A. Steinheil in München.

Hat man weit entfernte Objecte mit möglichst grosser Helligkeit und möglichst grossem Gesichtsfelde zu photographiren, so verwendet man hierzu am zweckmässigsten ein photographisches Objectiv direct; denn man hat alsdann keine anderen Lichtverluste, als sie eben dieses Objectiv bedingt und kann das ganze Gesichtsfeld, welches dieses mit genügender Deutlichkeit liefert, benützen. Die Helligkeit ist dann bedingt durch die wirksame Oeffnung des Objectivs, die Grösse der einzelnen Gegenstände durch die wahre Brennweite desselben.

Vergrössert man den Massstab des Objectivs, d. h. macht man Oeffnung und Brennweite im gleichen Verhältnisse grösser so bleibt die Helligkeit im Wesentlichen dieselbe, die Grösse der einzelnen Objecte dagegen wächst in demselben Verhältnisse, in welchem Oeffnung und Brennweite vergrössert wurden.

Kommt es aber mehr darauf an, die Abbildung entfernter Objecte möglichst gross zu erhalten, bei einer nicht zu grossen Gesammtlänge des Apparates, als grosses Gesichtsfeld und rasche Exposition zu erzielen, so ist es angezeigt, mit dem Objective noch eine oder mehrere Linsen zu combiniren. Denn durch eine solche Combination von mehreren Linsen kann man ein System herstellen, das eine grössere Aequivalentbrennweite besitzt, als die Brennweite des verwendeten Objectivs ist, welches also auch grössere Bilder der gleich weit entfernten Objecte gibt, weil bei einer solchen Combination die Objectgrössen statt durch die wahre Brennweite des Objectivs durch die Aequivalentbrennweite der Combination bedingt sind.

Für die optisch wirksamen Strahlen existiren seit langer Zeit solche Combinationen, welche Fernrohre genannt werden. Durch das Studium der verschiedenen Fernrohrconstructionen lässt sich leicht übersehen, was für Fernphotographie geleistet werden kann. Man muss nämlich an dem Fernrohre zwei Aenderungen anbringen.

1. Die Vereinigung der Strahlen zu richtigen Bildern muss statt nur für den hellsten Theil des Spectrums auch für den violetten, und zwar in erster Reihe durchgeführt werden.

2. Die Strahlen, welche aus der letzten Glasfläche eines Fernrohres austreten, müssen sich zu einem reellen Bilde vereinigen, statt dass sie, wie sonst bei den Fernrohren, so austreten, dass sie nach dem Durchgang durch das Auge ein reelles Bild auf der Netzhaut entwerfen.

Betrachtet man die verschiedenen Fernrohrconstructionen, so hat man unter ihnen zwei als besonders geeignet herauszunehmen: das galiläische und das astronomische Fernrohr, da diese beiden Constructionen die einfachsten sind, somit möglichst wenig Lichtverlust und störendes falsches Licht verursachen.

Das galiläische Fernrohr besteht bekanntlich aus einem Objective mit positiver Brennweite und einem Oculare mit negativer Brennweite; das auf der Netzhaut umgekehrt zu Stande kommende Bild erscheint aufrecht.

Bei dem astronomischen Fernrohre kommt ausser dem in Wirklichkeit aufrechten aber umgekehrt erscheinenden Bilde auf der Netzhaut bei Anwendung von Mikrometer-

1) Diese Mittheilung wurde nebst sehr gelungenen Probeaufnahmen durch Herrn Dr. Steinheil an Director Eder am 14. Januar 1892 eingesendet. (Phot. Corresp. 1892. S. 61.)

ocularen noch ein umgekehrtes reelles Bild im Rohre, im Brennpunkte des Objectivs zu Stande.[1])

In der Ebene des Luftbildes, welches das Objectiv entwirft, können Fadenkreuze angebracht werden, welche mitvergrössert und mitphotographirt werden und oft wünschenswerthe Controlen, besonders in Bezug auf die Verzerrung des Bildes durch das Ocular bilden.

Terrestrische Fernrohre, bei welchen ausser dem aufrecht scheinenden Bilde auf der Netzhaut zwei reelle Bilder, eines umgekehrt, das andere aufrecht, zu Stande

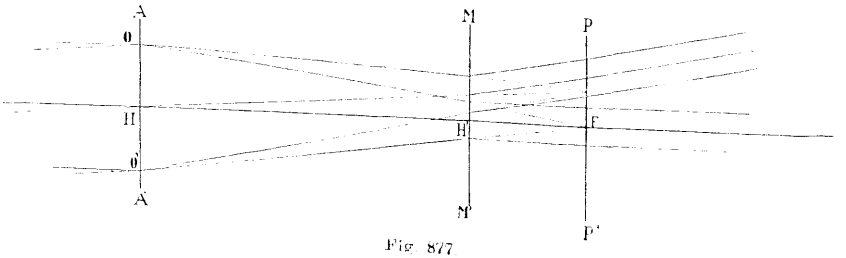


Fig. 877.

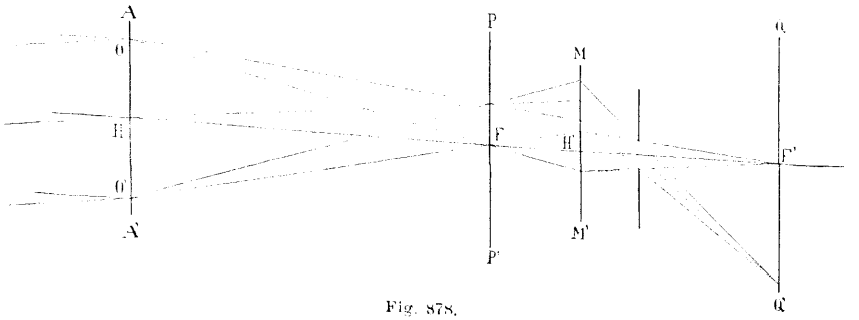


Fig. 878.

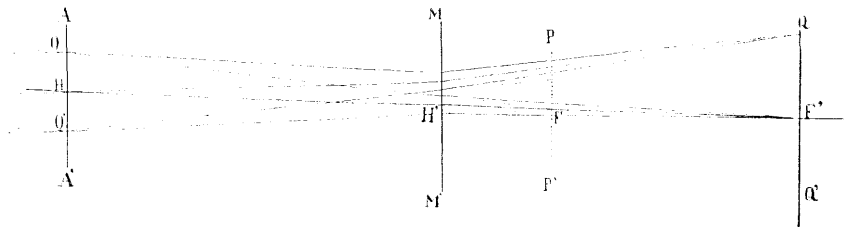


Fig. 879.

1) Die Mikrometeroculare sind einfache oder zusammengesetzte Loupen, welche so angewendet werden, dass das vom Objective entworfene Luftbild vor der ersten Fläche des Oculars, das durch letzteres vergrösserte Bild hinter der letzten Fläche des Oculars zur Entstehung kommt. Zwischen der letzten Fläche des Mikrometeroculars und dem vergrösserten Bilde liegt eine Stelle, in welcher sich die Büschel, welche die einzelnen Bildpunkte erzeugen, kreuzen, diese Stelle heisst der Augenort und ist besonders geeignet zur Anbringung von Blenden, welche das durch Spiegelungen an den Glasflächen hervorgebrachte falsche Licht abhalten oder als Ort für den Momentverschluss.

kommen, können wohl ausser Betracht bleiben, weil die grössere Anzahl Linsen und die durch zweimalige Umkehr der Bilder nöthige grössere Länge des ganzen Apparates ungünstige Momente sind, welchen keine wesentlichen Vortheile gegenüberstehen.

Es bleiben also nur die zwei schon oben bezeichneten Constructionen, das galiläische Fernrohr und das astronomische Fernrohr mit Mikrometerocular.

In beiden Fällen kann man mit zwei getrennt stehenden Objectiven ausreichen, von welchen das zweite Objectiv ähnlich wie ein Ocular wirkt. In Fig. 877 ist der Gang der Lichtstrahlen verzeichnet, falls die Construction die eines galiläischen Fernrohres ist; in Fig. 878 dagegen für den Fall eines astronomischen Fernrohrs. Im Falle der Fig. 877 (galiläisches Fernrohr) können Objectiv und Ocular[1]) miteinander gerechnet sein, d. h. die Fehler brauchen für das ganze Fernrohr nur einmal gehoben zu werden, so dass Objectiv und Ocular entgegengesetzte Fehler besitzen können, während bei der Construction, wie sie Fig. 878 darstellt (astronomisches Fernrohr mit Mikrometerocular), sowohl das Objectiv als auch das Ocular für sich richtige Bilder geben müssen, wenn auch, wie oben erwähnt, das Bild des Fadenkreuzes deutlich und unverzerrt erscheinen soll.

Es sei in Fig. 877 AA' die Hauptebene des Objectivs, H sei der Hauptpunkt, F der Brennpunkt desselben, also HF die wahre Brennweite, OO' sei die wirksame Oeffnung, d. h. O und O' seien diejenigen Punkte, in welchen das Objectiv von den Randstrahlen des Büschels in der Achse getroffen wird. Es ist dann das sogenannte Oeffnungsverhältniss, d. h. der Quotient aus wirksamer Oeffnung und Brennwerth, gleich $\frac{OO'}{HF'}$, während der bei F liegende Winkel OFO' als der Oeffnungswinkel des Objectivs bezeichnet werde. MM' sei die Hauptebene des Oculars, H' dessen Hauptpunkt, HH' der Abstand des Ocularhauptpunktes von dem des Objectivs; die Brennweite des Oculars sei $H'F$, dann wird das Ocular das vom Objective kommende Licht des Büschels in der Achse parallel austreten lassen. Bei dieser Stellung käme das Ocular so nahe wie möglich an das Objectiv, sie bildet gleichsam die obere Grenze für die Vergrösserung, denn das Bild liegt unendlich entfernt und wird unendlich gross. Rückt das Ocular noch näher an das Objectiv, greift es also früher in den vom Objective kommenden Lichtkegel, so kommt überhaupt kein Bild mehr zu Stande, weil die Strahlen divergirend austreten. Wird dagegen der Abstand des Oculars vom Objective grösser, so rückt das Luftbild immer näher, erscheint aber immer weniger vergrössert, bis das Ocular so weit entfernt ist, dass es nur mehr so wenig eingreift, dass das Bild noch gerade ausserhalb der letzten Glasfläche liegt; das Bild ist dann kaum merklich grösser als das direct vom Objectiv entworfene. Diese Stellung kann man als die untere Grenze für die Vergrösserung bezeichnen.

In Nachstehendem seien die Relationen zwischen den Brennweiten von Objectiv und Ocular, das Verhältniss der Helligkeit des Objectivbildes gegen dasjenige, welches vom ganzen Fernrohre entworfen wird, ferner die möglichen Vergrösserungen und Gesichtsfedgrössen, sowie endlich die hierbei eintretende Gesammtlänge des Fernrohrs (von der ersten Objectivfläche bis zum vergrösserten Bilde) erörtert.

Die Helligkeit des Objectivs lässt sich bekanntlich in doppelter Weise ausdrücken, entweder durch das Oeffnungsverhältniss oder durch den Oeffnungswinkel (Winkel OFO' in Fig. 879[2]). Hat z. B. das Objectiv die Helligkeit $\frac{1}{6{,}35}$, so

1) Falls ich nach dem oben Gesagten diesen Ausdruck hier gebrauchen kann.

2) Ueber Vergleich von Oeffnungsverhältniss und Oeffnungswinkel siehe Eder's „Ausführliches Handbuch der Photographie“ I. Bd., 4 Heft, p. 10 und 11.

entspricht dies einem Oeffnungswinkel von 9 Grad (es wäre dies der Fall, wenn ein Objectiv 20 mm Oeffnung und 127 mm Brennweite hat). So vielmal nun dieser Oeffnungswinkel verkleinert wird, so vielmal werden die Bildgrössen des Systems vergrössert gegen diejenigen, welche das Objectiv direct angewandt gibt, aber so vielmal länger wird auch die Aequivalentbrennweite des so erhaltenen Fernrohrs als die des Objectivs

Nehmen wir an, in Fig. 877 sei die Oeffnung OO' des Objectivs gleich 20 mm, die wahre Brennweite $HF = 127$ mm, also das Oeffnungsverhältniss $\frac{1}{6{,}35}$, der Oeffnungswinkel 9 Grad. Soll dann ein Ocular gewählt werden, das dreimalige Vergrösserung gibt, so muss nun dasselbe $^2/_3$ der Brechung des Objectivs aufheben, dass also der Oeffnungswinkel für das ganze System 3 Grad beträgt, hierdurch wird die Aequivalentbrennweite des Fernrohres $3 \times 127 = 381$ mm und es bekommt eine 9mal geringere Helligkeit[1]) als das Objectiv direct angewendet, mit anderen Worten: die Expositionszeit muss 9mal länger sein als bei der Aufnahme mit dem Objective allein.[2])

Es ist nun zu bestimmen, an welcher Stelle das Ocular eingeschaltet werden und welche negative Brennweite es erhalten soll. Die Stelle der Einschaltung kann beliebig gewählt werden; je näher das Ocular am Objective steht, desto länger wird das Gesammtfernrohr, aber auch desto grösser das Ocular und hiermit das Gesichtsfeld. Es sei also der Hauptpunkt des Oculars in H' und die Entfernung HH' betrage $84^2/_3$ mm, so dass die Strecke, welche das Ocular eingreift, $H'F = HF - H'H = 127 - 84^2/_3 = 42^1/_3$ mm wird, was einem Drittel der Brennweite entspricht. Das in H' stehende Ocular, welches den Oeffnungswinkel des Objectivs auf 3 Grad reduciren soll, muss also — 6 Grad brechen, erhält eine negative Aequivalentbrennweite von $^2/_3\, H'F = 65^1/_2$ mm und bricht die Strahlen nach F', wobei das Stück $H'F$ auf $H'F'$ verlängert, d. h. 3mal vergrössert wird. Die Vergrösserung der Aequivalentbrennweite des Fernrohrs gegen die des Objectivs allein ist proportional der Vergrösserung des Stückes $H'F'$ in $H'F'$; da nun dieses 3mal vergrössert wurde, so muss auch die Aequivalentbrennweite des Fornrohrs 3mal grösser sein als die Brennweite des Objectivs, sie wird also 381 mm betragen. Es gibt also diese Combination eines Objectivs von 127 mm Brennweite mit einem Oculare von — $65^1/_2$ mm Aequivalentbrennweite bei einem Abstande beider $HH' = 84^2/_3$ mm 3malige Vergrösserung und eine Fernrohrlänge von $HH' + 3 \times H'F - 84^2/_3 + 127 = 211^2/_3$ mm.

Zu demselben Objective lassen sich eine beliebige Anzahl von Ocularen herstellen, welche alle die Vergrösserung geben, es ändert dann nur die Länge des ganzen Fernrohrs und die Grösse des Gesichtsfeldes, sobald der Oeffnungswinkel des Objectivs von 9 Grad auf 8 Grad gebracht wird, ist die Vergrösserung dieselbe. Je grösser der Abstand des Oculars vom Objective wird, desto kürzer wird das Gesammtfernrohr, aber um so ungünstiger wird der Fall auch für ein grosses Gesichtsfeld, denn je weiter das Ocular vom Objective entfernt ist, desto kürzer muss seine Aequivalentbrennweite sein und um so kleiner wird seine Oeffnung und damit die Ausdehnung des gleich hellen Gesichtsfeldes. Ebenso kann mit Linsen, wie die als Beispiel gewählten, jede Vergrösserung erzielt werden, je nach der Stelle, an welcher man das Ocular anbringt; dabei kann höchstens der Fall eintreten, dass die Ocularlinse für die gewählte Stellung zu klein ist und nicht mehr den ganzen vom Objective kommenden

1) Bekanntlich gibt das Quadrat der Vergrösserungszahl an, wie vielmal geringer die Helligbeit und wie vielmal länger die Expositionszeit wird.

2) Lichtverluste, welche durch die Flächen des Oculars entstehen müssen, sind hierbei noch gar nicht berücksichtigt.

Lichtconus durchlässt. Nähert man sich mit dem Oculare dem Objective, so wirkt ersteres mit grösserer Oeffnung (schneidet, wenn zu klein, Licht ab) und vermehrt die Vergrösserung und die Gesammtlänge. Je grössere Helligkeit oder, was dasselbe ist, je kürzere Expositionszeit für das Gesammtfernrohr verlangt wird, desto länger wird bei gleicher wirksamer Objectivöffnung und gleicher Vergrösserung das Gesammtfernrohr werden.

Das erste photographische Fernrohr galiläischer Construction zu terrestrischen Zwecken[1]) war meines Wissens das von mir im Februar 1890 an das Reichsmarineamt (hydrographisches Amt) gelieferte, welches dort zu Küstenaufnahmen verwendet wird.[2](

Wie schon erwähnt, ist es bei dieser Anordnung eines photographischen Fernrohrs nicht möglich, ein Fadenkreuz anzubringen, welches mitphotographirt wird, wie es für manche Aufnahme z. B. in der Astronomie nothwendig wird.

In solchen Fällen — und der erste Fall, in welchem mir überhaupt ein photographisches Fernrohr[3]) bestellt wurde, war ein solches — muss daher eine andere Anordnung getroffen werden. Das Objectiv muss für sich ein richtiges Bild entwerfen, allerdings von nur sehr geringer Ausdehnung, und dieses Luftbild wird dann durch eine einfache Loupe oder ein Mikrometerocular (zusammengesetzte Loupe) vergrössert. Wie wir oben gesehen haben, erfüllt diese Bedingungen das astronomische Fernrohr mit Mikrometerocular.

Bei dieser Anordnung bestimmt sich die Vergrösserung durch die Stellung der Loupe, während die Grösse des ersten Luftbildes von der Brennweite des Objectivs abhängt.

Ist wieder Fig. 878 OO' die Hauptebene des Objectivs, H der Hauptpunkt, F der Brennpunkt desselben, so ist HF die wahre Brennweite, von welcher die Grössen abhängen, in welchen Objecte gezeichnet werden. Die Helligkeit des Bildes ist wieder bedingt durch das Oeffnungsverhältniss oder den Oeffnungswinkel des Objectivs. Im Brennpunkte des Objectivs wird eventuell das Fadenkreuz angebracht.

Nehmen wir beispielshalber als Object Sonne oder Mond an, also ein Object von 34 Minuten Durchmesser; die Grösse des directen Luftbildes wird dann HF tg 34', was circa $^1/_{100}$ der Brennweite wird.

Die Grösse und Aequivalentbrennweite des Oculars ist willkürlich, es kann mit jeder Ocularbrennweite jede Vergrösserung des Luftbildes erzielt werden

Von der Grösse der Aequivalentbrennweite aber und von der wirksamen Oeffnung des Oculars sind die Länge des vergrössernden Apparates und der Durchmesser desjenigen Theiles vom Objectivbilde, welcher vergrössert wird, abhängig.

Hat z. B. das Ocular eine Aequivalentbrennweite von 3 cm, so entsteht bei einem Abstande des Ocularhauptpunktes vom Bilde des Objectivs von 6 cm in einer Entfernung von 6 cm hinter dem Hauptpunkte des Oculars ein Bild von derselben Grösse, wie das

---

1) Für astronomische Zwecke construirte ich ein solches, welches 200 mm grosse Sonnenbilder gab. Dasselbe wurde im Jahre 1887 an die Sternwarte in Brüssel geliefert.

2) Mit diesem Instrumente, dessen Aequivalentbrennweite 115 cm betrug, sind die beifolgenden Bilder aufgenommen, nnd zwar die Bavaria mit der Ruhmeshalle aus einer Entfernung von 500 m, die Ortschaft (Leim bei München) aus einer Entfernung von 3600 m. Zum Vergleiche wurde Laim vom gleichen Standpunkte aus mit einem Gr. Ant. 43 mm von 24 cm Brennweite direct aufgenommen. Sämmtliche Aufnahmen sind Momentaufnahmen.

3) Die 1872 zum Photographiren des Venusdurchgangs gelieferten Instrumente.

Objectivbild; Distanz zwischen Objectivbild und Ocularbild wäre also 12 cm und die Vergrösserung gleich 1 (natürliche Grösse). Alle Vergrösserungen eines solchen Oculars von 3 cm Brennweite liegen dann zwischen den Ocularstellungen, bei welchen der Hauptpunkt des Oculars zwischen 3 cm und 7 cm (einer und zwei Ocularbrennweiten) vom Luftbilde entfernt steht.

I	II	III	I	II	III
1 mal	2,00	2,00	6,5	1,15	7,50
1,1	1,91	2,10	7,0	1,14	8,00
1,2	1,83	2,20	7,5	1,13	8,50
1,3	1,77	2,30	8,0	1,12	9,00
1,4	1,72	2,40	8,5	1,12	9,50
1,5	1,67	2,50	9,0	1,11	10,00
1,6	1,62	2,60	9,5	1,10	10,50
1,7	1,59	2,70	10,0	1,10	11,00
1,8	1,56	2,80	11,0	1,09	12,00
1,9	1,53	2,90	12,0	1,08	13,00
2,0	1,50	3,00	13,0	1,08	14,00
2,1	1,48	3,10	14,0	1,07	15,00
2,2	1,45	3,20	15,0	1,07	16,00
2,3	1,43	3,30	16,0	1,06	17,00
2,4	1,42	3,40	18,0	1,06	19,00
2,5	1,40	3,50	20,0	1,05	21,00
2,6	1,38	3,60	22,0	1,04	23,00
2,7	1,37	3,70	24,0	1,04	25,00
2,8	1,36	3,80	26,0	1,04	27,00
2,9	1,34	3,90	28,0	1,04	29,00
3,0	1,33	4,00	30,0	1,03	31,00
3,2	1,31	4,20	35,0	1,03	36,00
3,4	1,29	4,40	40,0	1,02	41,00
3,6	1,28	4,60	45,0	1,02	46,00
3,8	1,26	4,80	50,0	1,02	51,00
4,0	1,25	5,00	60,0	1,02	61,00
4,5	1,22	5,50	70,0	1,01	71,00
5,0	1,20	6,00	80,0	1,01	81,00
5,5	1,18	6,50	90,0	1,01	91,00
6,0	1,17	7,00	100,0	1,01	101,00

Nennen wir:

p die Aequivalentbrennweite des Oculars,

α die Entfernung des Objectivbildes vom Ocularhauptpunkte,

a die Entfernung des vom Oculare entworfenen Bildes vom Ocularhauptpunkte,

so besteht hier auch die bekannte Relation: $\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha}$; die Vergrösserung wird dann ausgedrückt durch den Quotienten $\frac{a}{\alpha}$; die Helligkeit nimmt gegen die Helligkeit des Objectivbildes nach dem Quadrate dieses Quotienten ab.

Je grösser die noch benutzbare Oeffnung des Oculars ist, ein um so grösseres Luftbild kann, wie oben gesagt, vergrössert werden. Dagegen wächst bei gleicher

Ocularconstruction der Durchmesser des Luftbildes, welches vergrössert werden kann, proportional der Aequivalentbrennweite des Oculars. Mit Hilfe nebenstehender Tabelle lässt sich die Länge eines Vergrösserungs-Apparates für jede Vergrösserung leicht bestimmen, indem man in Rubrik I (Vergrösserung) die Zahl aufsucht, welche die gewünschte Vergrösserung ausdrückt, die mit dieser in der gleichen Horizontallinie stehenden Zahlen aus Rubrik II und III abliest, addirt und das erhaltene Resultat mit der Aequivalentbrennweite des Oculars multiplicirt.

Will man z. B. 6mal (Rubrik I, 6,0) vergrössern, so liesst man ab: 1,17 in Rubrik II und 7,00 in Rubrik III; gibt als Summe 8,17; hat das Ocular 3 cm Aequivalentbrennweite, so ist die Länge des Vergrösserungs-Apparates = 24,5 cm. Addirt man zu dieser Zahl noch die Brennweite des Objectivs, welche beispielsweise 24 cm betrage, so erhält man die Gesammtlänge des Fernrohrs = 84,5 cm, während die Aequivalentbrennweite des ganzen Fernrohrs 144 cm betragen würde, da man ja bekanntlich, um diese zu erhalten, die Brennweite des Objectivs mit der Vergrösserung multipliciren muss.

Will man photographische Fernrohre bezüglich ihrer Leistung miteinander vergleichen, so muss man berücksichtigen, dass die Lichtmenge, durch welche ein Bildpunkt zu Stande kommt, bedingt ist durch die wirksame Oeffnung des Objectivs, die Grösse, in welcher die Bilder gezeichnet werden, von der Aequivalentbrennweite und dem benutzten Gesichtsfelde abhängig sind. Die wirksame Oeffnung des Objectivs ist bekanntlich leicht zu messen, die Aequivalentbrennweite des Fernrohrs und der benutzte Gesichtsfeldwinkel können leicht annähernd bestimmt werden dadurch, dass man den Mond photographirt. Es ist nämlich die Aequivalentbrennweite nahezu 100mal so gross als der mit dem Fernrohr erzielte Durchmesser des Mondbildes, dem Durchmesser des Mondes entspricht aber ungefähr $^1/_2$ Grad Gesichtsfeld. Aus der Photographie lassen sich also sofort die Aequivalentbrennweite und der Gesichtsfeldwinkel entnehmen. War z. B. der Durchmesser des Mondbildes 11 mm, der Durchmesser des deutlichen Bildes überhaupt aber 70 mm, so ist die Aequivalentbrennweite ca. 110 cm, das Gesichtsfeld aber etwas über 3 Grad.

Ich glaube in Vorstehendem gezeigt zu haben, wie sich die beiden besprochenen Constructionen zur Fernphotographie verwenden lassen, je nach den Zielen, welche man mit denselben erreichen will. Eine dritte Art der Construction, nämlich die eines astronomischen Fernrohres mit eingreifendem positiven Oculare, habe ich absichtlich aus der Betrachtung ausgeschlossen, da die Verhältnisse dabei weniger einfach liegen; ich behalte mir jedoch vor, auf dieselbe demnächst an anderer Stelle zurückzukommen.

Eine Aufnahme mit Steinheil's Teleobjectiv — zusammengesetzt aus einem Antiplanet mit Zerstreuunglinse (s. S. 703) — verglichen mit einer Aufnahme mit gewöhnlichem Objective zeigt Tafel III.

II. Ein neues telephotographisches System von Dr. A. Miethe in Potsdam.[1])

Das Bedürfniss, vom gegebenen Standpunkte Bilder entfernter Gegenstände in verschiedenen Grössen aufzunehmen, hat sich bereits früh in der Photographie geltend gemacht. Es dienten dazu vorzüglich in neuerer Zeit Objectivsätze, bei denen, durch Auswechslung der beiden Linsencombinationen, der beabsichtigte Zweck innerhalb ge-

1) Eder's Jahrbuch f. Photographie pro 1892, S. 152.

wisser Grenzen erreicht wurde. Aber dennoch waren die möglichen Variationen sehr beschränkt und besonders stand der Herstellung grosser Bilder entfernter Gegenstände die damit nöthig werdende collossale Brennweite der Objecte entgegen. Die Beispiele, dass eine Aufnahme in Folge zu grosser Entfernung des Objectes unmöglich wird, sind Legion. Um eines heranzuziehen, nehmen wir an, es handle sich um die Herstellung eines Bildes einer Statue auf einem 100 m hohen Thurme. Wir müssen uns, um nicht unerträgliche Verzeichnungen zu erhalten, mindestens 300 m vom Fusse des Thurmes entfernen; in gerader Linie sind wir mithin 330 m von der Statue entfernt, welche eine Höhe von 2 m haben möge. Unser Bild würde demgemäss mit einem Objective von 50 cm Brennweite erst 3 mm Höhe haben; um eine directe Aufnahme von Visitkartengrösse zu haben, müssten wir demnach eine Linse von 10 m Brennweite anwenden, was practisch unmöglich ist.

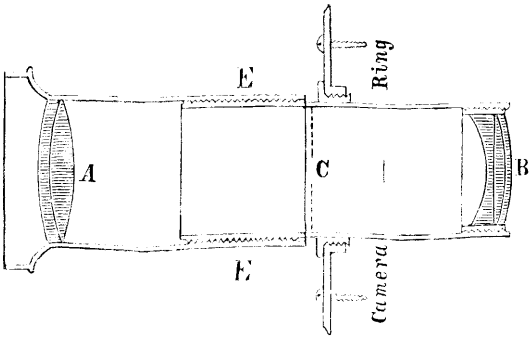
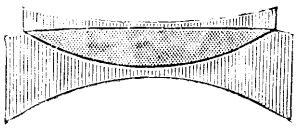


Fig. 880.

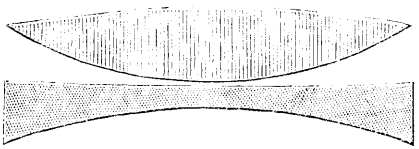
Ich habe mir daher die Aufgabe gestellt, ein System zu construiren, welches direct stark vergrösserte Focalbilder aufzunehmen gestattet und dabei deren Grösse in das Belieben des Operateurs stellt. Die Anwendung von fernrohrartigen Combinationen aus zwei positiven Linsensystemen ist dabei durch die verhältnissmässige Länge des entstehenden optischen Theiles, sowie aus anderen optisch wohl kaum zu bewältigenden Schwierigkeiten nicht empfehlenswerth. Dagegen ergaben Ueberschlagsrechnungen leicht, dass Systeme aus einer positiven und einer negativen Combination gute Resultate bei geeigneter Construction geben müssten. Auf Grund dieser Rechnungen habe ich Systeme aus einer langbrennweitigen positiven und einer kurzbrennweitigen Negativcombination herstellen lassen, welche schon im ersten Stadium der Annäherung sehr befriedigende Resultate liefern. Es ist mir möglich gewesen, sehr grosse, scharfe Focalbilder bei ganz kurzem Cameraauszuge zu erzeugen und mit Leichtigkeit z. B. bei ca. 30 cm Cameralänge Bilder herzustellen, welche scharf und nahezu eben an Grösse Aequivalentbrennweite von 2,4 m entsprechen.

Negativlinse, verkittet.



Blendung.

Correctionslinse ohne oder mit geringer Sammelwirkung.



Blendung.

Vorderlinse mit positivem Focus, verkittet.

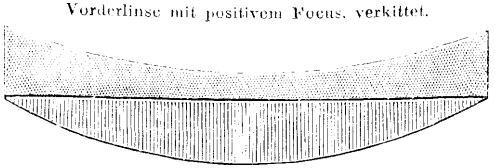


Fig. 881. Dreigliedriges telephotographisches System mit grösserem Bildfelde.

Die beifolgende Fig. 880 veranschaulicht schematisch den Durchschnitt eines neuen Objectivs.

A ist eine chemisch nahezu corrigirte Convexcombination (welche für kleine Instrumente verkittet sein kann) von 16 cm Aequivalentbrennweite und 35 mm Oeffnung, *B* eine Concavlinse, ebenfalls chemisch achromatisirt von 3 cm Focus. Sie besteht aus drei Einzellinsen, die verkittet sind. Nahe der Convexlinse ist für vollkommene Constructionen eine Correctionslinse anzuordnen, welche die Verzeichnung und die Anomalien schiefer Strahlenbüschel corrigirt (siehe die detaillirte Zeichnung des optischen Theiles Fig. 881). Beide Linsensysteme sind gegeneinander durch das stark steigende Gewinde bei *E* verschiebbar und zwar kann ihre Distanz zwischen 15,5 und 13 cm variirt werden. Bei *C* befindet sich eine Blende, welche auswechselbar ist und die grösste Oeffnung von *f*/6 der Convexlinse gestattet. Das Objectiv liefert auf *f*/18 abgeblendet bei 50 cm Cameralänge eine Platte von 18×24 cm scharf, bei kurzen Cameraauszügen entsprechend weniger, bei langen mehr.

Die optische Construction ist so ausgeführt, dass sowohl chemischer Focus als auch Bildfeldkrümmung, sowie die chromatische Vergrösserungsdifferenz für mittlere Auszugslängen (erstere Fehler überhaupt für jede Auszugslänge) möglichst gut corrigirt sind. Die Verzeichnung kann practisch unmerklich gemacht werden. In jedem Falle wird die Zusammensetzung aus zwei, höchstens drei verkitteten Linsencombinationen beizubehalten sein. Ausserdem gedenke ich jedem Systeme auf Wunsch zwei Concavlinsen beizufügen, deren Brennweiten sich wie 1:2 verhalten sollen, um auch für gleiche Auszugslängen verschieden grosse Bilder, deren Grösse sich dann wie 2:1 verhalten würde, erzielen zu können.

Die Einstellung mit diesen Linsen gestaltet sich ebenso wie mit jedem andern Objective, nur dass man, nachdem man der Camera einen gewissen Auszug gegeben hat, die Distanz der Linsen durch das schnellsteigende mehrfache Gewinde bei *E* so lange variirt bis das Bild scharf ist. Ist es dann noch zu klein oder zu gross, so wiederholt man diese Operation noch ein oder mehrere Male.

Ueber die Anwendbarkeit dieses Systems brauche ich nichts hinzuzusetzen; hervorheben möchte ich nur noch, dass dasselbe sich auch im Atelier zur Herstellung von Reproductionen und Aufnahmen in Lebensgrösse bei sehr beschränktem Raume (die Cameralänge wird entsprechend reducirt) empfehlen wird.

Tafel I stellt eine Aufnahme der Thürme Potsdams mit einer Cameralänge von 28 cm aus 2480 m Distanz dar. Das benutzte Teleobjectiv bestand aus zwei verkitteten, chemisch achromatisirten Combinationen. Vom gleichen Standpunkte mit einem Aplanaten von 14,7 cm Focus aufgenommen, würde die Kuppelkirche einen Horizontaldurchmesser der Kuppel von 3,01 mm haben. Die Expositionszeit war bei gutem Lichte nur ein Bruchtheil von einer Secunde. — Tafel II stellt Vergleichsaufnahmen vom selben Standpunkte aus dar, wovon die eine Aufnahme mit einem gewöhnlichen Objective, die andere mit einem Teleobjective gemacht ist.

Die Ansicht des Miethe'schen Teleobjectives zeigt Fig. 882. Bei *a* ist die Sammellinse angebracht, welche durch den Trieb *c* um die Zahnstange *b* nach vorne und rückwärts verschoben werden kann; bei *d* befindet sich die Rotationsblende und unmittelbar dahinter der Objectivring, während die Zerstreuungslinse bei *e* angebracht ist.

Das Teleobjectiv zeichnet mit einer Cameralänge von 25 m eine 13×18 cm-Platte bis in die Ecken scharf aus und die Vergrösserung ist ungefähr eine vierfache gegenüber einem gewöhnlichen Objective von 25 cm Brennweite. Die Vergrösserung

schwankt je nach der Auszugslänge; je länger der Cameraauszug ist, desto bedeutender wird dieselbe, ohne dass die scharfe Einstellung des Bildes irgend welche Schwierigkeiten bieten würde. Der nutzbare Bildwinkel des Objectivs beträgt reichlich 10 Grad, der Lichtkreis 14 — 15 Grad. Man stellt am besten mit der grössten Blende ein; für eine Auszugslänge von ungefähr 30 cm benutzt man die kleinste oder vorletzte Blende. Für lange Auszüge über 55 cm soll die kleinste Blende nicht benutzt werden, weil durch die Diffraction die Schärfe dadurch nicht vermehrt würde. Die weiteste Blende besitzt einen Durchmesser, welcher $^1/_5$ des Focus der Vorderlinse $\left(=\frac{f}{5}\right)$ ist.

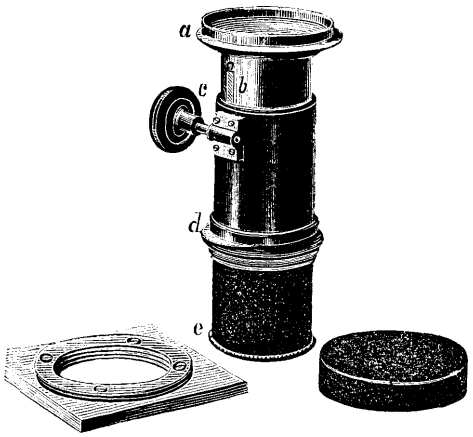


Fig. 882.

Die Verzeichnung ist bei Dr. Miethe's Teleobjectiv fast vollkommen behoben; jedenfalls ist mit blossem Auge davon nichts zu sehen. Bei der Einstellung ist auf die Mittelschärfe einzustellen; es zeigt sich ein geringer gelbrother Farbensaum (chromatische Abweichung) am Bildrande, jedoch ist dies für das Bild ohne schädlichen Einfluss (Eder, Phot. Corresp. 1892).

III. Ein neues telescopisches Objectiv für photographische Zwecke.

Vortrag von Thomas R. Dallmeyer, gehalten den 10. December 1891.
(Aus dem Journal of the Camera Club, London; Lechner's Mittheilungen.)

Bisher gab es nur zwei Methoden, um grosse Bilder zu erhalten, nämlich man verwendete entweder gewöhnliche biconvexe Linsen von sehr grosser Brennweite, oder aber man erzeugte ein erstes Bild durch eine biconvexe Linse und vergrösserte dasselbe durch eine zweite ebensolche Linse, welche hinter der Bildebene der ersten angeordnet ist. Die erzielte Vergrösserung hängt von der Brennweite der zweiten Linse und ihrem Abstande von der Ebene des ersten Bildes und der empfindlichen Platte ab. Diese Construction findet u. A. Anwendung im Photoheliograph.

Die erste dieser Methoden fand ausser in der Himmelsphotographie nur wenig Anwendung, da sie sehr unhandliche Cameras erfordert. Die zweite ist nahezu werthlos für die Photographie im Allgemeinen, da sie einen grossen Lichtverlust mit sich bringt und daher Expositionszeiten erfordert, welche überhaupt nur bei leblosen Objecten möglich sind.

Das neue Teleobjectiv besteht nur aus zwei Linsen und erzeugt reelle umgekehrte Bilder.

Stellt man eine Camera nacheinander mit zwei verschiedenen Objectiven beliebiger Construction auf einen entfernten Gegenstand ein, und ist das von dem einen Objective erzeugte Bild n-mal so gross als dasjenige des anderen, so ist auch die Brennweite des ersten Objectivs n-mal grösser als die des zweiten, vorausgesetzt natürlich, dass beide Bilder reell und umgekehrt sind.

Die Brennweite einer Linse ist practisch hinreichend genau gegeben durch den Abstand der Brennebene und derjenigen der beiden Hauptebenen der Linse, welche durch den dem Hauptbrennpunkte derselben näher gelegenen Knotenpunkt geht.

An den meisten Objectiven kann die Lage dieser Hauptebene auf der Metallfassung direct druch einen Strich angegeben werden. Wenn ich nicht irre, hat Herr Warnerke zuerst auf die Wichtigkeit aufmerksam gemacht, die Lage dieser Hauptebene unter die von Optikern bei der Beschreibung ihrer Objective angeführten Masse mit aufzunehmen.

Die letzte und wichtigste Arbeit über diesen Punkt rührt übrigens von Professor Sylvanus Thompson her, welcher am 28. November der Society of Arts eine Abhandlung übergab, die auch in den Publicationen dieser Gesellschaft erschienen ist. Der früher erwähnte Knotenpunkt liegt z. B. beim Rapid-Rectilinear etwas hinter der Fassung, während er bei den meisten anderen Objectivconstructionen noch in dieselbe fällt.

Bei manchen Objectiven liegt in Folge der Construction der fragliche Knotenpunkt etwas hinter der Fassung, so bei stark gekrümmten Meniscusformen, bei anderen wieder etwas vor derselben, wie bei Petzval's „orthoscopischem Objective".

Der Grundgedanke bei der Construction des vorliegenden Objectivs war nun, jenen Knotenpunkt, von welchem aus die Camera thatsächlich gemessen wird, beliebig weit vor die Linse gegen das Object hinzuschieben, um dadurch ein grosses reelles Bild zu erzielen, welches zur Aufnahme keiner langen Auszugsvorrichtung an der Camera bedarf.

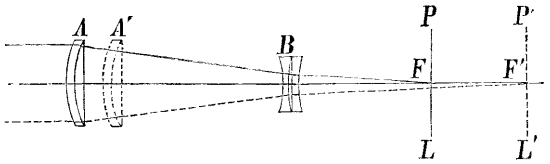


Fig. 883.

Zu Fig. 883. Der obere ausgezogene, zur Achse parallele Strahl trifft die Linse A und erzeugt bei richtiger Stellung von A und B nach dem Durchgange durch B in F auf der Ebene PL ein Bild. Wird die Ebene nach $P'L'$ verschoben, also von B entfernt, so muss die Vorderlinse A nach A' gebracht, also B genähert werden. Die untere gestrichelte Linie stellt wieder einen zur Achse parallelen Strahl dar, der A' trifft und nach dem Durchgange durch B in F' auf $P'L'$ ein Bild erzeugt.

Ich will nun weiter erläutern, wie diese Idee ausgeführt wurde, und ferner auch die weiteren Eigenschaften dieses Linsensystems besprechen. Eigenschaften, welche vollkommen neu sind.

Der Vordertheil des Systems ist eine biconvexe Linse, am besten von grosser Oeffnung und kurzer Brennweite; der rückwärtige eine biconcave Linse mit einer kleineren Brennweite als die der biconvexen Vorderlinse (bei Petzval's Orthoscop ist die Brennweite der Biconcavlinse mehr als doppelt so gross als die der biconvexen).

Im Grossen und Ganzen ist bei gegebener Cameralänge das Bild um so grösser, je kürzer die Brennweite der Hinterlinse im Vergleiche zu derjenigen der Vorderlinse ist.

Der Vergleich meiner Linsencombination mit einem galiläischen Fernrohre (Operngucker) trifft nicht so ganz zu, da aus einem galiläischen Fernrohre die Strahlen divergirend und nicht convergent austreten; allerdings kann mein neues Objectiv auch als galiläisches Fernrohr verwendet werden, wenn man die Linsen entsprechend gegeneinander verstellt.

Aus der Figur ergibt sich, dass durch Verrückung der biconcaven Linse B gegen die biconvexe A Strahlen beliebig parallel, convergent oder divergent gemacht werden können.

Um für eine gegebene Camerastellung ein Bild zu erhalten, müssen die Strahlen convergent gemacht werden, da nur dann ein reelles Bild entstehen kann.

Der Abstand der Ebene, auf welcher das Bild aufgefangen werden soll, ist unwesentlich. Die Ebene kann dicht an der Hinterlinse liegen oder beliebig weit abgerückt werden. Um aber für eine gegebene Bildebene einzustellen, müssen die beiden Linsen des Systems in einen entsprechenden Abstand von einander gebracht werden. Mit anderen Worten: es wird im Allgemeinen durch Regulirung des Abstandes der beiden Linsen scharf eingestellt; unter Umständen ist eine andere Art der Einstellung überhaupt nicht möglich. Wären z. B. die Linsen Fig. 884 bei einer gewissen Stellung der Camera für ein sehr entferntes Object, etwa die Sonne, eingestellt, so wäre es ganz unmöglich, durch Verlängern oder Verkürzen des Auszuges auf sehr nahe Gegenstände einzustellen. Die nahen Objecte ergeben eben bei jener Stellung der Linsen divergente und nicht convergente Strahlen

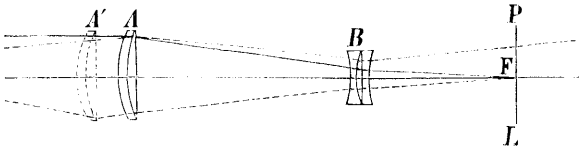


Fig. 884.

Zu Fig. 881. Der obere ausgezogene, zur Achse parallele Strahl erzeugt ein Bild in F auf PL. Fällt von einem nahen Objecte ein Strahl in der gestrichelten Richtung auf A, so wird er in seinem weiteren Verlaufe durch die Linse B von der Achse weggebrochen, es entsteht also kein reelles Bild.

In der unteren Hälfte der Figur aber ist A nach A' gerückt; dadurch erzeugt auch der nahe Gegenstand in F auf PL ein Bild.

Andererseits wäre der Abstand der beiden Linsen für ein nahes Object richtig, und wollte man dann mittels des Auszuges auf einen entfernten Gegenstand einstellen, so ist dies ebenfalls unmöglich: man erhält ein Bild nur durch Aenderung des Abstandes zwischen den Linsen.

Es ist einleuchtend, dass, je grösser in dem Systeme die Brennweite der biconvexen Linse ist, um so grösser auch der Abstand der beiden Linsen sein muss, sowohl für nahe als für ferne Bildebenen.

Eine solche Construction gibt Bilder in ganz beliebiger Grösse; eine ganz geringe Aenderung im Abstande der beiden Linsen erzeugt ein scharfes Bild, mag nun die

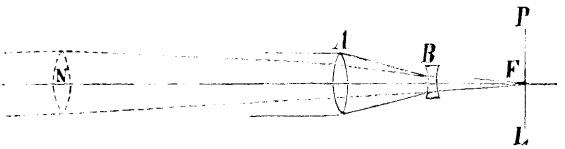


Fig. 885.

Fig. 885 stellt einen Strahlenbüschel dar, welcher nach Durchgang durch die beiden Linsen A und B des Systems in F auf PL ein Bild erzeugt. Um über die Schnelligkeit des Arbeitens, also die Lichtstärke ins Klare zu kommen, müssen wir uns das Objectiv mit voller Oeffnung in seine Hauptebene, welche durch den Knotenpunkt N geht, versetzt denken. Es gelangt also A in die scheinbare Stellung bei N. Die Lage von N ist für verschiedene Stellungen der Platte PL verschieden.

Bildebene nahe oder entfernt vom Objective liegen; das eine darf jedoch nicht ausser Acht gelassen werden: je grösser der Abstand der empfindlichen Platte vom Objective, um so langsamer arbeitet dasselbe.

Gehen wir nun auf die Schnelligkeit des Arbeitens (die Lichtstärke) näher ein. Die empfindliche Platte möge in 10 Zoll Abstand[1]) von einem gewöhnlichen Objective

1) Alle in diesem Aufsatze angeführten Masse sind englische: 1 Fuss = 12 Zoll = 0,305 m, 1 Yard = 3 Fuss = 0,915 m, 1 Meile = 1609,315 m.

von 12 Zoll Brennweite stehen. Dabei sei auf ein entferntes Object eingestellt. Ersetzen wir nun jenes Objectiv durch unser neues und stellen durch Aenderung des Abstandes seiner Linsen wieder auf denselben Gegenstand ein, so erzeugt das neue Objectiv ein fünfmal so grosses Bild, als dasjenige des Objectivs von 12 Zoll Brennweite war. Wir haben also in dem neuen Objective eigentlich eine Linse von $5 \times 12 = 60$ Zoll Brennweite angewendet.

Fragen wir uns nun, wie rasch arbeitet dasselbe? Die Antwort lautet: wir müssen uns die Vorderlinse in einen Abstand von 60 Zoll vor der empfindlichen Platte versetzt denken; mit anderen Worten, der Knotenpunkt ist auf 60 Zoll vor die Bildebene gerückt (Fig. 885).

Aus diesem Grunde ist es klar, dass nicht genug Gewicht auf eine grosse Oeffnung der Vorderlinse gelegt werden kann. Setzen wir in unserem Falle voraus, die Vorderlinse habe 3 Zoll Oeffnung, so hätten wir als Mass für die Lichtstärke $\frac{f}{20}$.

Bei Anwendung unserer Combination wird man mit Rücksicht auf die Lichtverhältnisse zu erwägen haben, ob man mit geringerer Vergrösserung, also empfindliche Platte nahe dem Objective, Knotenpunkt mässig vorgeschoben, arbeiten soll, oder ob die Beleuchtung derart ist, dass man eine grosse Distanz der empfindlichen Platte vom Objective, also starke Vergrösserung anwenden kann, wobei durch Verschiebung der Linsen gegeneinander der Knotenpunkt weit vor das Objectiv gerückt wird.

Wie beim Telescop wird auch hier der Gesichtswinkel um so kleiner, je mehr die Vergrösserung wächst. Es ist zwar bei einem und demselben Instrumente der Unterschied der Gesichtswinkel bei mässiger und starker Vergrösserung ein geringer, natürlich wird aber ein um so grösserer Theil der empfindlichen Platte vom Bilde bedeckt, je weiter von der Hinterlinse dasselbe entsteht. Das hier angewendete Princip ist auch von Wichtigkeit für die Construction von Fernrohren, da es bei geringer Länge des Instrumentes starke Vergrösserungen ermöglicht.

Es ist sicher nicht uninteressant, dass sich dieses Objectiv auch leicht zur Astrophotographie verwenden lässt und hierbei meiner Meinung nach gute Dienste leisten wird.

Sie denken vielleicht daran, rasch arbeitende Porträtobjective als Vorderlinsen und einfache biconcave Linsen von kurzer Brennweite, ähnlich den gewöhnlichen Brillengläsern für Kurzsichtige, als Hinterlinsen zu verwenden.

Ich glaube, dass Sie bei Anwendung beliebiger Linsen sehr enttäuscht sein werden. Ich habe gegenwärtig eine Serie von entsprechend berichtigten Biconcavlinsen in Arbeit, welche als Hinterlinsen zu Porträtobjectiven von kurzer Brennweite dienen sollen. Dadurch ergibt sich für jene rasch arbeitenden Porträtobjective, welche in letzter Zeit vielfach bei Seite gelegt wurden, eine neue interessante Verwendung.

IV. Ein zusammengesetztes tele-photographisches Objectiv.

(Compound Tele-Photo-Lens.)

Von T. R. Dallmeyer.

Mittheilung im Camera-Club [publicirt in Nr. 70, Bd. 6, April 1892] am 10. März 1892.

(Lechner's Mittheilungen.)

„Im verflossenen December erwähnte ich, dass ich an einem biconcaven Linsensystem arbeite, welches mit den rasch wirkenden Porträtobjectiven zu combiniren wäre. Dies ist nun ausgeführt, und ich möchte Ihnen heute hierüber einige Mittheilungen machen.

Die einfache (aus zwei verkitteten Einzellinsen bestehende) Biconvex- und ebensolche Biconcavlinse ist im zusammengesetzten Teleobjective ersetzt durch ein vollständiges Porträtobjectiv als Vorderlinse und eine symmetrische biconcave Combination als Hinterlinse.

In Fig. 886 kann die einfache Vorderlinse P allein richtig gezeichnete scharfe Bilder nur nahe ihrer optischen Achse geben, es muss daher die biconcave Hinterlinse eine entsprechende Form erhalten, um auch Randschärfe zu erzielen.

Bei dem Ihnen seinerzeit vorgeführten Instrumente suche ich dies mit dem geringsten Aufwand optischer Mittel zu erreichen. Einer der Hauptübelstände dieser einfachen Form ist der, dass bei voller Ausnützung der Linsen, d. h. wenn das grösste Plattenformat, welches von der Linse eben noch gedeckt wird, Anwendung findet, am Rande eine Verzerrung entsteht, welche zum mindesten für Architectur-Aufnahmen über das zulässige Mass hinausgeht, und welche bei dieser Combination nicht behoben werden kann.

Weiter ist der Umstand von Bedeutung: Wenn in einem optischen Systeme die Strahlen vom positiven gegen das negative Element hin wie hier in sehr verschiedenem Masse convergiren, so kann dasselbe nur für eine ganz bestimmte Camerastellung, also für nur eine Ebene aplanatisch sein, es ist nicht möglich, dasselbe auch gleichzeitig für eine andere Ebene zu corrigiren. Um die Aberration für eine andere Ebene auch zu eliminiren, müsste eine Blende angewendet werden, wodurch sowohl das Gesichtsfeld als die Lichtstärke grosse Einbusse erleiden.

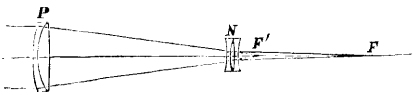


Fig. 886.

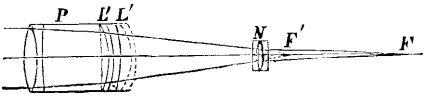


Fig. 887.

Mit der vorliegenden Linse wollte ich diesen beiden Uebelständen abhelfen. Nachdem so vielerlei Elemente, an welchen Modificationen angebracht werden können, zur Verfügung stehen, liegt kein grosses Verdienst in dem Erfolge, welchen ich erzielte.

Fig. 887 stellt das zusammengesetzte Objectiv dar. Die Vorderseite ist ein vollständiges Porträtobjectiv (eine Construction meines verstorbenen Vaters), die Hinterlinse ist ein biconcaves „rapid rectilinear" von kurzer Brennweite.

Das Porträtobjectiv muss lichtstark sein (d. h. eine grosse Oeffnung haben) und wird mit Rücksicht auf das Gewicht am besten eine kurze Brennweite erhalten. Die Vorderlinse ist für sich und für ihre ganze Oberfläche möglichst gut corrigirt, ebenso das biconcave Rectilinear. Hierdurch erreicht man grössere Schärfe im ganzen Gesichtsfelde, und gleichzeitig wird die Verzerrung auf ein Minimum reducirt.

Ich will hier gleich erwähnen, dass in optischen Constructionen nicht nothwendig damit der beste Erfolg erzielt wird, dass die Aberration in jedem einzelnen Elemente möglichst beseitigt wird. Bei mehreren sehr guten zusammengesetzten Objectivformen lässt das eine Element grosse Aberration in einem Sinne bestehen, die dann durch die entgegengesetzte Aberration von den anderen Elementen aufgehoben wird. In der speciellen vorliegenden Construction muss jedes Element für sich möglichst corrigirt sein. Nachdem aber die Strahlen, wie früher erwähnt, von der Vordergegen die Hinterlinse sehr verschieden convergiren, so musste darnach getrachtet werden, durch ein einfaches Mittel eine vollkommene Correction der Verzerrung zu erzielen, für welche Distanzen immer das Objectiv Verwendung finden mag. Dieses Mittel ist in jener patentirten Form der Porträt-Objective gegeben, welche eine

Aenderung des Abstandes der beiden Linsen, die das zweite Element des Objectivs bilden, gestattet. Das ganze System ist für ein nahes Object corrigirt und frei von Aberration, wenn die Linse L möglichst weit eingeschraubt ist; schraubt man sie etwas zurück nach L', so ist die Aberration für alle ferneren Objecte bis ins Unendliche beseitigt. Die nöthige Verschiebung ist sehr gering, sie beträgt ungefähr eine Umdrehung des in der Fassung enthaltenen Schraubengewindes.

Dieser Vorgang ist der einzige, der zum Ziele führt, denn das andere mögliche Mittel, die Anwendung von Blenden, vermindert nicht nur sehr rasch die Lichtstärke, sondern auch den Bildwinkel, welcher vielleicht noch wichtiger ist.

Ich möcht auch nochmals Ihre Aufmerksamkeit auf die mögliche Vergrösserung lenken. Bei einem und demselben Instrumente kann dieselbe durch Verlängerung des Auszugs vergrössert werden. Eine andere Methode besteht darin, Hinterlinsen von kürzerer Brennweite anzuwenden, wodurch die ganze Combination, bei gleicher Auszugslänge, mit grösserer äquivalenter Brennweite arbeitet. Man darf jedoch nicht vergessen, dass, je kürzer die negative, um so geringer die Lichtstärke und der Bildwinkel werden.

Ich trachtete ein möglichst allgemein anwendbares Objectiv zu construiren, mit thunlichst grossem Bildwinkel und Lichtstärke und vier- bis fünfmal so grosser Brennweite als diejenige einer gewöhnlichen Linse, welche bei gleicher Auszugslänge ein Bild geben würde. Es ist aber sehr einfach, die Brennweite zu vergrössern oder zu vermindern, wobei in gleichem Masse Lichtstärke und Bildwinkel geopfert oder gewonnen wird."

Druckfehler-Berichtigung.

Auf S. 465, Zeile 17 von unten, soll es heissen: „Mac Kellen“ statt „Max Kellen“.

Auf S. 601 bis S. 612 soll die Seitenüberschrift heissen: „Panorama-Apparate“ statt „Moment- und Detectiv-Camera“.

Autoren-Register.

Abbé 39. 53.
Abney 49.
Addenbrooke 295.
Aird 489.
Amey 284. 298. 309.
Anschütz 259. 285. 413. 569.
— -Verschluss 284. 317.
— -Moment-Camera 508.
— -Momentbilder 555.
— -Schnellseher 593.
— -Bewegungsbilder 595.
Anthony 379 381. 388. 359.
Archer 147. 167. 182.
Arwin 483.
Arzberger 600.
Audineau 383.

Bachmann 432.
Baldus 603.
Baltin 412.
Baron 54.
Barton 412.
Baume-Pluvinel 265. 269. 290. 296.
Bacon 35.
Bayard 382
Bayer 289.
Beard 172. 371.
Beck 104.
Bedfort 333.
Berry 49.
Berthiot 104. 106. 329. 396. 530.
— Objectivsatz 163.
Bertsch 183. 374. 507. 608. 672.
Bickel 375.
Bierl 500
Bigelow 189.
Blanchère 491.
Bock 375.
Boissonas 437.
Bolas 326 344. 532.
Brand 303.
Brandseph 437.
Braun 306. 339.
Bidge 447.
Brooman 603.
Buchtl 378.
Buehler 376. 415 440. 448
Büsch 2. 36.
Burattini 141.
Burnett 62. 199. 383.
Burton 62. 263.
Busch 58. 118. 126. 144 147. 166. 244. 409 449.
Buksh 378.

Cadet 279.
Cadot 339.
Campbell 578.
Candell 38.
Candeze 344.
Couche 175.
Cauchoix 36.
Cellio 36.
Cesorino 35.
Charconet 104. 120. 142.
Charcot 570.
Chevalier 37. 39. 43. 55. 56. 62. 164. 175. 182. 607.
— -Landschaftslinse 55. 56. 62.
Civiale 460
Clark 53. 357.
Claudet 38. 126. 214. 393. 663.
Clement 264. 381.
Clinedinst 400.
Codman 360.
Cohn 404.
Collins 326.
Colson 49.
Cornu 172. 195. 205.
Cowan 193.
Cramb 489.
Crowe 370.

Daguerre's Camera 37.
— Linse 37.
Dallmeyer 45. 63. 66. 104.
— Landschaftslinse 63. 69.
— Long focus lens. 66.
— Rectilinear 105.
— Porträtobjectiv 120. 122.
— Triplet 142. 148.
— Blendenbezeichnung 194.
— Bildschärfe 215. 239.
— Condensator 685.
— Teleobjectiv 706.
Domoizeau 611.
Darlot 104. 120. 170. 225. 327. 328.

David 320. 456.
Davies 182.
Davy 662.
Decoudin 419.
Dehors 50.
Delandres 50.
Denham 352.
Derogy 104. 147. 168.
Detaille 306.
Deyrolle 529.
Dietzler 43. 139.
Disderi 406.
Doergens 628.
Dollond 36.
Dorval 263.
Draper 37. 172.
Duboscq 450.
Dubroni 530.

Eastman 385.
— Kodak 546.
— Rollcassetten 545.
Edwards 306. 508.
Emerson 49. 393. 398.
Enjalbert 457. 487. 531. 578.
Ettingshausen 39.
Evans 568.

Farmer 317.
Fichtner 486.
Finsterwaldner 628.
Firl 359. 469. 476.
Fischer 184. 508.
Fol 586.
Foucault 663.
Furnell 185.
Frahnert 331.
Français 47. 56. 118. 143. 195. 256. 475. 539.
— Objectivring 158.
— Momentverschluss 347.
— Moment-Camera 407.
Fraunhofer 18. 200.
Frey 278. 437.
Fritsch 18. 47. 57. 92. 112. 200. 255. 256. 327. 328. 524. 615. 706.

Gale 474.
Garella 602. 603.
Gasc 104. 142.
Gatel 661.
Gaudin 299.
Geldmacher 447. 448.
Giffard 193.
Gilles 530.
Glatter 606.
Gliese 184.
Goddard 68. 167.
Goerz 47. 58. 65. 97. 258. 317. 327. 389. 508.
— Lynkeioscop 97.
— Paraplanat 97.
— Blendenbezeichnung 196.
— Objectiv bei Photogrammeter 628.
Goldmann 413. 423.
Goltzsch 53.
Gordon 300. 452.
Gothard 589.
Götz 361. 476.
Greene 568.
Griffiths 661.
Grimston 284. 286. 337.
Grubb 61. 62.
Grundner 280.
Grundmann 477.
Guerry 280.

Hacket 352.
Hackh 394.
Hafferl 628.
Hahn 340.
Halleur 199. 349.
Hannyngton 303. 371.
Harbers 368. 373. 388. 433. 464. 537.
Hardwich 498. 661.
Hare 614.
Harrison 44. 140. 142. 182. 601.
Hartl 651.
Hartnack 47. 90. 191.
Hatton 193.
Hauguet 374.
Heath 278. 300. 483.
Heber 493.
Heyer 40.
Helmholz 229.
Herbst 358. 469. 476.
Hermagis 104. 120. 143. 165. 441. 669. 682.
Heuschkel 280. 284. 334.
Highley 501.
Himly 543.
Hirckel 376.
Hockins 315.
Hoffmann 522.
Holetschek 300.
Honickel 173.
Hook 36.
Houghton 480. 502.
Hübl 631. 654.
Hughes 166.
Humbert de Molard 306.
Huyghens 395.
Hyatt 450.

Jackson 329. 333.
Jamin 120. 167. 182. 306. 393.
Janssen 120. 167. 182. 306. 393.
Johnson 601. 603.
Jones 226.
Jonte 306. 380. 469. 484.

Kaempfer 83.
Kalchberg 589.
Kampmann 391.
Keppler 36.
Kersahw 187.
Kinnear 455.
Kohlrausch 576.
Kolbe 40.
Koppe 482. 624. 645.
Krügener 401. 408. 433. 458. 510. 515. 526. 543.

Lacombe 170.
Lainer 194. 392.
Lambert 212.
Lancaster 432. 522. 616.
Laudy 294.
Lavrance 120.

Lebreton 371.
Lechi 172.
Lechner 341. 624. 629.
Lehmann 183. 184.
Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie 3 669. 670. 677. 689. 696.
Leonardo da Vinci 35.
Lerebours 38.
Le Roy 451.
Leutner 369.
Liebert 604. 681.
Liesegang 606.
Lohse 392.
Loman 401.
Lumière 521.

Mac Kellen 465.
Mach 173. 281. 569.
Mader 374.
Manenizza 401.
Mann 308.
Marey, Serienbilder 559.
— Chronphotographie 559. 569.
— photogr. Flinte 579.
Marion 407. 541.
Martens 601. 609.
Martin 39.
Mason 307.
Mathieu 170.
Maurolycus 36.
Meagher 453. 474.
Melhuish 169. 349. 383 456.
Merville 435.
Meydenbauer 190. 624 627. 695.
Miethe, Lochcamera 50.
— Anastigmate 91. 223. Compensator 191.
— Rechnung der wirksamen Objectivöffnung 211.
— Teleobjectiv 703
Millet 166.
Mitschel 184.
Mittenzwei 222.
Moëssard 208. 609.
Moh 482.
Moll 373.
Molnar 290.
Molteni 198.
Monckhoven 46. 238. 665. 674. 676.
Montefiori-Levy 329.
Monti 473. 522.
Montizon 374
Morrison 106.
Murer 519.
Murray 278. 299. 483.
Muybridge 548. 595.

Nadar 387.
Neck 528.
Newton 408. 409.
Norman 183.
Nottone 182. 183. 315.

Obernetter 344
Ottewill 375. 456. 508.

Paganini 631. 645.
Panuce 35.
Paté 607.
Pearson 352.
Penny 316.
Perron 388.
Petzval 2. 39. 48. 277. 425.
— Biographie 40.
— Orthoscop 41. 139.
— Porträtlinse 41. 113. 165. 224. 225. 253.
Pickard 307.
Pickering 294.
Pizzighelli 243. 330. 683.
Plaut 452.
Plössl 690.
Pollack 482. 624. 625. 628. 629. 646. 648.
Porro 147. 167.
Porta 2. 35. 36. 170.
Prazmowski 300.
Prigge 284. 334.
Pritschow 310.

Quinet 182. 183.

Rayleigh 49.
Reinhold 35.
Reisinger 39.
Relandin 364. 378. 383.
Reynaud 594. 595.
Robertson 600.
Robinson 383.
Rood 398.
Ross 61. 141. 145. 165. 255. 245. 602.
Roth 447. 607.
Rothschild, Albert von 696. 698.
Rothwell 70.
Rouch 456.
Rousseau 339.
Rudolph 128. 196. 212. 223. 240.

Salvin 335.
Sawyer 423.
Schell 624. 631.
Schiffner 624.
Schlesicky-Ströhlein 526.
Schmid 539.
Schnauss 410. 604.
Schott 39.
Schreiner 495.
Schroeder 61. 92. 204. 223. 230. 371. 481. 664. 668. 706.
Schuller 602.
Scotelari 199.
Scott 292.
Sebert 294 572.
Secretan 38. 233.
Segnier 351.
Shadbolt 365.
Sheperd 456.
Shew 500. 530.
Silvy 369. 383.
Simon 66.
Simonoff 306.
Skaife 276. 299. 346. 577.
Slater 169.
Smith 299. 501.
Southwork 451.
Spiller 49. 53. 289.
Spink 347.

Spitaler 706.
Stampfer 592.
Stanford 548.
Stanley 393.
Starke und Kammerer 631. 643. 651.
Staudenheim 188.
Stebbing 384. 607.
Stegemann 359. 362. 423. 424. 479.
Stein 325.
Steiner 624.
Steinhauser 620.
Steinheil 5. 39. 40. 45. 53. 223. 256. 258. 543.
— Einleitung in d. Optik 5.
— Biographie 45.
— Periscop 53. 146.
— Aplanate 70.
— Antiplanete 107.
— Objectivsatz 152.
— Umkehrungsprisma 177.
— Bestimmung und wirksame Oeffnung 211.
— Teleobjectiv 703. 706.
— Prüfung von Objectiven 217.
— Bestimmung des Gesichtsfeldwinkels 227.
— Momentverschluss 284. 310. 535.
— aplanatische Loupe 397.
— Einstellmikroscop 399.
— Detectiv-Camera 534.
— Stereoscop-Camera 615.
Stirn 388. 523.
Stokes 172.
Stolze 170. 176. 184. 185. 190. 194. 204. 211. 215. 286. 322. 392. 435. 497. 692. 702.
Stroh 616.
Strübin 104.
Stuart 681.
Suter 47. 58. 95. 117. 153. 232. 244. 258.
— Objectivsatz 155.
Sutton 70. 140. 147. 167. 184. 186. 326. 401.

Talbot 177. 337. 361. 408. 453. 480. 615.
Taupenot 410.
Thomas 170.
Thomson 577.
Thornton 307.
Thury 284. 298. 309.
Töpfer 412.
Tourtin 401.
Townson 37. 38.
Trail Taylor 170. 683 706.
Tylar 374. 394.

Unger 522.

Valenta 699.
Valentin 303.
Vickers 289.
Vidal 49. 484.
Vivien 380.
Vogel 374.
Voigt 53.
Voigtländer 39. 41. 61. 82. 115. 138. 145. 182. 253. 258.
— Einfache Linse 60.
— Euryscop 82.
— Porträtobjectiv 115. 116.
— Orthoscop 138.
— Periscop 146.
Voigtländer Momentverschluss 335.
— Camera 349.
— Loupe 396.

Wachtl 370. 372. 436. 468. 503. 531.
Wagner 50.
Walsmley 104.
Wanaus 328. 422. 425. 457. 461. 530. 696.
Warnerke 366. 383.
Waterbury 62.
Waterhouse 182.
Watson 361. 408. 541.
Weber 292.
Wedgewood 662.
Wehl 413.
Werber 344.
White 393.
Wight 302.
Wilde 303.
Willat 452.
Window 447.
Wittmann 339. 554.
Wollaston 36.
Woodbury 459.
Woodward 662. 665. 667.
Wothly 665. 668. 669.
Wünsche 332.

Zaspel 497.
Zeiss 47. 128. 256.
— Anastigmate 128.
— Triplet 128.
— Blendenbezeichnung 196.
Zenger 172.
Zentmeyer 146.
Ziegler 408.
Zschokke 347.

Sach-Register.

Abberration, chromatische s. Farbenfehler.
— sphärische s. Kugelgestaltsfehler.
Absorption durch mattes Glas 692.
Abtönungs-Vignetten in der Camera 436.
Abweichung s. Farbenfehler etc.
Achromatische Linsen als Objective 53. 201.
Achsenstrahl 18.
Alpinisten-Camera 531.
Aluminium-Camera 482. 646.
Amplificator 664.
Anastigmate von Hartnack 90.
— von Zeiss 128. 630.
Anhang bei Cassetten 438.
Antiplanet 107. 696.
Aplanate, Steinheil's 46. 70.
— Erfindungsgeschichte 46. 71.
— Universal- 75.
— Landschafts- 75.
— Weitwinkel- 77. 79. 97.
— Gruppen- 80. 94.
— Suter's 92. 97.
— Fritsch's 92. 94
Aplanatische Linsensysteme 27. 46. 71. 130. 217.
Apochromate von Zeiss 137.
— von Fritsch 93.
Apollo-Camera 522.
Apparate s. Camera etc.
Architectur-Aufnahmen 256.
Auer'sches Gasglühlicht zu Vergrösserungen 689.
Augenlinse 143.
Autograph Lens 104.
Automatische Camera 507.
Automatique-Verschluss 313.

Balg-Camera 351.
Belichtungszeit 192. 201.
— relative 201.
— Abhängigkeit von den Blenden 194. 201.
— Berechnung für Gegenstände in Ruhe und Bewegung 261.
Beugung des Lichtes durch kleine Blenden 180.
Bewegungsbilder 261. 595.
Bildgrösse 6.
Bilddurchmesser und Gesichtsfeld 15.
Bildschärfe 22. 179. 216.
— bei Vergrösserungen 697.
Bildfeld, Helligkeit desselben 189.
Bildwinkel 202. 231.
Bildwölbung 180.
Blenden der Objective 179. 181. 217. 226.
— -Bezeichnung 10.
— Normal- 11. 192.
— Einfluss auf Bildschärfe 179. 201.
Boussole, photographische 419.
Brechungscoëfficient 19.
Brennpunkt 5.
Brennweite-Bestimmung 201. 203.
— — bei photogrammetrischen Apparaten 639.
Briefmarken-Porträte 450.

Camera obscura, Erfindung 35.
— und Zubehör 349.
— Kasten- 348.
— Daguerreotyp- 349.
— Metall- 349.
— Aluminium- 482. 626.
— Balg- 351.

Camera, Vorder- und Rückwand 354.
— für Porträt-Ateliers 420.
— -Vorbau 422.
— für Reproductionen 425.
— für Momentaufnahmen s. Momentaufnahmen.
— für Diapositive 431.
— für Vergrösserung und Verkleinerung 431. 696.
— mit Vignettir-Vorrichtung 435.
— -Abtönung 436.
— für Camméen 446.
— für Medaillon-Ferrotypien 448.
— für Briefmarken 448.
— s. Reise-Camera.
— mit Plattenmagazin und Wechselcassette 483.
— s. auch Moment-Camera.
— für Serienbilder 548.
Cammée-Apparate 446. 447.
Cassete 373. 470. 471. 439.
— für photogrammetrische Apparate s. d.
Cassetten-Anhang 439.
— -Differenz 791.
Centriren der Linsen 17.
Chronophotographie 549.
Combinirte Objectivsätze 151.
— Porträt- und Landschaftsobjective 164.
Compass, photographischer 419.
Compositions-Camera 600.
Condensator bei Vergrösserungs-Apparaten 663. 665. 666. 674. 682. 686.
— bei Solar-Camera 663.
— für künstliches Licht 682.
Cosmopolite-Camera 419. 539.
Courier 537.
Cyclograph 611.
Cylindrograph 610.

Degradir-Apparat 437.
Delta-Camera 504. 532.
Detectiv-Camera 390 504. 532.
— — Objective für 259.
Deutlichkeit des Bildes 215.
Dialytische Solar-Camera 675.
Diaphragmen s. Blenden.
Diapositive für Vergrösserungen 661. 699.
— Herstellung auf unebenem Glas in der Camera 435.
Diapositiv-Camera 431. 696.
Distorsion 208. 223.
— s. Verzerrung.
Doppel-Cassetten 375. 380. 470. 473. 535.
— -Objective s. Petzval's Objectiv.
— -Condensatoren 684.
Draht-Blende 189.
— — s. Rotations-Blende.
Drillings-Cassette 439.

Einfache Linse als photographisches Objectiv 52.
— Landschaftslinse von Chevalier 56.
— — von Français 56.
— — von Fritsch 57.
— — von Suter 58.
— — von Goerz 58.
— — von Voigtländer 60.
— — von Grubb 61.
— — Schroeder 61.
Einheit für Blenden 192.
Einstellen auf der Visirscheibe 355. 393.
— Vorrichtung zum 355.
— bei Landschaften 395.
— mittels Spiegel 400.
— mittels Prisma 400
— bei Reise-Cameras s. Reise-Camera.
Einstell-Tuch 393.
— -Kasten 394.
Electrotachyscop 596.
Electrisches Licht zu Vergrösserungen 690.
Electrische Auslösung bei Momentverschlüssen 321. 325. 557. 571.
Euryscop, Geschichte 46.
— von Voigtländer 82. 84.
Porträt 83.
— Weitwinkel- 86. 88.
— Reproductions- 89.
Expositionszeit s. Belichtungszeit.
Expositionsmesser 265.
Express-Camera 519.

Fallbrett 299.
Falsches Licht in Objectiven 202. 224.
Farbe, Einfluss auf die Belichtungszeit 263.
Farbenfehler 20. 37. 201. 213.
Farbige Gläser für Objectivgläser 199.
Fernphotographie 170. 703.
Ferrotyp-Camera 448.

Films, Cassetten für 381. 543.
— für Panorama-Apparate 607.
— für photogrammetrische Apparate s. d.
Flinte, photographische 577.
Flüssigkeitslinse 140.
Focimeter 214.
Focus, chemischer 38.
— -Differenz 38. 42. 52. 115. 201. 213.
— -Tiefe s. Tiefe.

Geheim-Camera s. Detectiv-Camera 522.
Geschichte der Camera und Objective 35.
Geschwindigkeit der Bewegung verschiedener Gegenstände 270.
Gesichtsfeld 6. 15.
— -Winkel 15. 202. 227.
Gitterblende 189.
Glas, Einfluss bei Objectiven 17. 39. 200.
— farbiges, bei Objectiven.
— Polirung 200.
— mattes, Lichtverlust durch 692.
— Jenenser 39.
— Baryt- 39.
Globe Lens 104. 143.
Grösse, relative der Objective 212.
— des Gegenstandes im Bilde, im Zusammenhange mit Entfernung und Brennweite des Objectives 231.
Gruppen-Antiplanet, -Aplanat etc. s. Antiplanet etc.
— -Aufnahmen, Objective für 255.

Hand-Moment-Camera 506.
Haupt-Brennweite 206.
— -Brennfläche 207.
— -Punkt 5. 203. 206. 709. 717.
— — bei photogrammetrischen Apparaten 639.
— -Strahlen 203. 206.
Heliographic lens 104.
Heliostat 671.
— s. Spiegel.
Helligkeit der Objective 179. 212.
— des Bildes 189. 201. 208. 212.
— normale 10.
— relative 212.
Helligkeits-Winkel 9.
— -Quotient 10.

Iconometer 408. 411.
Iconoscop 415.
Iris-Blende 183.
— -Momentverschluss 334.

Kalklicht s. Oxyhydrogenlicht.
Kasten-Camera 348. 506.
Kinegraph 539.
Knotenpunkt s. Hauptpunkt.
Kodak-Camera 546.
Korn der photographischen Platten bei Vergrösserungen 697.
Kugelgelenkstativ s. Stativ.
Kugelgestaltsfehler 20. 179. 180. 201. 215. 216.
Kugellinse 44. 142.

Landschafts-Aplanate s. Aplanate.
— -Linsensatz 153.
— -Objective 257.
— -Camera s. Reise-Camera.
— -Linse, einfache s. einfache Linse.
— — dreifach verkittete von Dallmeyer, Goerz und Simon 63.
— — long focus 66.
— — Rectilinear- 67.
Lens finder 412.
Lentiforme de l'oeil 143.
Licht-Blende bei Objectiven 185.
— -Schirm vor der Camera 423.
— -Fleck im Bilde 202.
— -Kraft der Objective s. Helligkeit.
Linsenformen 16.
Licht, zerstreutes, bei Vergrösserungen 692.
— variables, bei Aufnahmen im Freien 263.
— künstliches, zu Vergrösserungen s. Vergrösserungen.
— Sonnen- s. Solar-Camera.
— -Absorption durch mattes Glas 692.
— -Verlust beim Durchgang durch Objective und Reflexion von Spiegeln 171.
Loch-Camera 5. 7. 35. 49.
Loupe zum Einstellen 396.
— aplanatische 397.

Magazin für Platten 483. 497.
— -Camera 520.
— — s. auch Moment-Camera.

Magnesiumlicht, Camera zu Vergrösserungen mittels 434.
Medaillon-Camera 448.
Megascop-Camera 601.
Meridian, photographischer 669.
Messbild-Verfahren s. Photogrammetrie.
Metall-Camera 349. 482.
— — s. Aluminium.
Miniatur-Camera 542.
Mittelpunkt, optischer 202.
Moment-Aufnahme in Serien 549.
— — von Objecten in Bewegung 551.
— -Hand-Camera 390. 504. 532.
— -Camera mit Plattenmagazin 512. 517. 519. 521. 531.
— -Photographie, Bestimmung der Belichtungszeit 269.
— — Objective dazu 249.
— -Verschlüsse 277. 298.
— — centrale 283.
— — vordere und hintere 283.
— — Messung der Geschwindigkeit 286.
— — effective und nützliche Oeffnungszeit 287.
Multiplicator-Camera 438. 446.
— -Cassette 438. 446.
Multiplying-Camera 446.

Normalblenden 11. 192.
Normal-Objectivringe 197.
— -Objectivbretter 197.
— -Platten und deren Diagonale 231.
— -Format für Stereoscop-Aufnahmen s. d.

Objective, photographische 6.
— Wahl und Prüfung 199. 252.
— Oeffnung, wirksame 7. 201. 209.
— Einfluss auf Belichtungszeit 261.
— für Momentapparate 505.
— für Detectivapparate 505.
Objectiv-Sätze, combinirte 151.
— -Ringe und Brett 197. 352.
— -Verschlüsse 277.
— -Prüfung 199. 252.
Oeffnung, relative 212.
— wirksame 7. 201. 209.
Opernglas, Detectiv-Camera in Form von 543.
Optik, Einleitung in die 5.
Orthopanactinique 104.
Orthoscop 41. 113. 139.
Oxyhydrogenlicht zu Vergrösserungen. 690. 691.

Panorama-Apparat 601.
— -Linse Sutton's 140.
Pantoscop, Hartnack's 90.
— Busch's 144. 628.
Pantoscopische Camera 600.
Paralactische Camera 681.
Paraplanate von Goerz 97.
Perigraph 106.
Periscop 36. 45. 53. 146.
Perspective, falsche und richtige, durch Objective 248.
Phantoscop 592.
Photogrammetrischer Apparat 624.
Photosphäre 344.
Phototheodolith 624.
Pistolgraph 577.
Plattenformate, welche ein Objectiv deckt 230.
Plattenmagazin 483. 512. 521.
Pneumatischer Objectivverschluss 280.
Polyconograph 451.
Porträt-Objective 37. 39. 113. 118. 252.
— — von Daguerre 37.
— — von Petzval 41. 113.
— — von Chevalier 44.
— — -Aplanate 79.
— — von Voigtländer 115. 117. 122. 123. 125.
— — von Suter 117.
— — von Busch 118.
— — von Français 118.
— — von Dallmeyer 122.
— — von Hermagis 120.
— -Atelier-Länge 253.
— -Camera 421.
Praxinoscop 595.
Prismen zur Umkehrung des Bildes 32. 175.

Quinetoscop 440.

Radial-Camera 541.
Randstrahl 18.
Rapid-Rectilinear 104.
— Symetrical lens 106.

Rauchglas als Compensator 191.
Rectilinear 104.
— Einfache Landschafts- 67.
Rectiscop 104.
Reflex-Camera 401. 404.
Reflexbilder bei Objectiven 31. 225.
Reflectoren zum Photographiren für Spiegel bei Vergrösserungsapparaten 668. 670.
— in Kasten- oder Pyramidenform 693.
Reise-Camera 452.
— — ohne Schrägstellung 454.
— — mit Schrägstellung 460.
— — mit drehbarem Balg 461.
— — mit quadratischer Rückwand 475.
— — Objective für 260. 354.
Reproductions-Camera 425. 696.
— -Objective 256.
— -Aplanate 79.
— -Euryscop 89.
— -Lynkeioscop 101.
— -Anastigmat s. d.
Revolver, Photographischer 576.
Rhomboëder-Camera 404.
Rollcassetten 383.
— Momentcamera mit 543.
Rotations-Apparat 606.
— -Blende 77. 101. 182.
Rover 522.

Sack zum Plattenwechseln 491.
Scenograph 529.
Schärfe des Bildes bei Linsen 22. 215.
— — Einfluss der Blende 179.
— — bei Vergrösserungen 697.
— — Vertheilung der 216.
— — Allgemeine Anforderungen 215.
Scharf-Einstellungen, Vorrichtung zum 355. 395.
Schieber-Momentverschluss 307.
Schnellarbeiter 113.
Schnellseher 592.
Schraubenspindel an der Camera 354.
Schützen-Camera 589.
Scioption für Vergrösserungen 688.
Scioptric-Camera 602.
Serienbilder, photographische 548.
Silberspiegel 172. 175. 670.
Simplex-Camera 510.
Solar-Camera 660. 667. 675. 681.
Solidus-Camera 519.
Sonnenlicht zu Vergrösserungen 662.
Sphärische Abweichung 201.
Spiegel zum Einstellen 401. 404. 517.
— bei Detectiv-Cameras 401. 517.
— für Solarcamera 662. 668.
— -Objective 171.
Stativ 356.
— für Salon-Cameras 359.
— für Reise-Cameras 361. 363. 456. 467. 485.
— mit Kugelgelenk 367. 510.
— mit Halter 371.
— mit Feststeller 371.
Stereograph 530.
Stereoscop-Camera 613.
— -Platten 618.
— -Aufnahmen 620.
Sternblenden 190.
Stroboscop 592. 596.
Sucher bei Momentapparaten 406. 408. 504.
— von Watson 408.
— von Newton 408.
— mit Spiegel 401. 517.
Symetrical Lens. 104.
Symmetrische Objective s. Aplanate.

Taschen-Camera 508.
Taschenbuch-Camera 390. 526.
Tele-Objective 703.
Telescopische Photographie 170. 703.
Tiefe der Schärfe des Bildes 23. 179. 238.
— — bei Hand-Cameras mit fixer Einstellung 243.
— des Focus 207.
Triple-Condensatoren 682.
Triplet-Objective 45.
— — von Zeiss 135.
— — von Dallmeyer, Archer, Busch, Sutton etc. 147.
Trousses aplanetique 163.

Umkehrung des Bildes 175.
Umkehrungsprisma 175.
Umkehrungsspiegel 175.
Universal-Aplanat 75.
— -Objectiv 167.

Vademecum-Apparat 508.
Velograph 452.

Velox 508.
Vergrösserung und Objectiv-Abstand 13.
Vergrösserungs-Apparate 431. 434. 660.
— — mit und ohne Condensatoren 660.
— -Camera 431. 695.
Vergrösserungen, directe 660.
— nach vergrösserten Negativen 661.
— mit Solar-Camera 660. 662.
— mit künstlichem Lichte 434. 682.
— mit Kalklicht 691.
— mit Magnesiumlicht 434.
— ohne Condensatoren 692.
— Grenzen derselben 697.
Verkleinerungs-Camera 431.
Verschluss für Objective 277.
Verzerrung des Bildes 25. 209. 223.
— bei einfachen Linsen 54.
— durch übertriebene Perspective 248.
— durch falsche Stellung der Camera 251.
Vignettiren in der Camera 435.
Visirscheibe 353. 391.
— geätzte 392.
— markirte 392.
Visirscheibe, blaue 393.
— richtige Stellung 151.
Visir-Vorrichtung 410.

Wahl der Objective 252.
Wasserwage bei Cameras 507.
Wechsel-Kasten 483. 491.
— -Vorrichtung bei Detectiv-Cameras 512. 517. 519 u. ff.
— -Säcke und Zelte 491.
Weitwinkel-Landschaftslinse 65. 66
— -Aplanate s. Aplanate.
— -Euryscope s. d.
— -Linse von Morrison 106.
— — Abnahme der Helligkeit 196.
Wölbung der Bildfläche 181. 207. 221.
Wolkenblende 185.

Zelte zum Arbeiten mit Trockenplatten 491.
Zerstreuung des Lichtes 20.
Zoëtrop 592.
Zwischenfehler der Linsen 219.